

CIENCIAS NATURALES

NOVENO GRADO

PROVISIONAL

CURSO ESCOLAR 2009-2010



Editorial
Pueblo y Educación



Edición: Ing. Carmen T. Navarro Ponce
Diseño de cubierta: Olga L. Domínguez Sánchez
Diseño: Elena Faramiñán Cortina
Corrección: Magda Dot Rodríguez
Emplane: María de los Ángeles Ramis Vázquez
Ilustración: José Carlos Chateloín

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

ISBN 978-959-13-1995-1 Obra completa
ISBN 978-959-13-1996-8 Primera parte
ISBN 978-959-13-1997-5 Segunda parte

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

ÍNDICE

Presentación / 6

Capítulo 1 **Las ciencias naturales en la solución de los problemas de la práctica social** / 7

Dr. C. Andrés L. Yera Quintana

Capítulo 2 **Las sales** / 11

Lic. Ysidro Hedesa Pérez

Capítulo 3 **La electricidad y su naturaleza. Circuitos eléctricos** / 30

Dr. C. Jorge L. Contreras Vidal

Capítulo 4 **Los hidróxidos. Los hidrácidos** / 48

Lic. Ysidro Hedesa Pérez

Capítulo 5 **Electromagnetismo** / 67

Dr. C. Jorge L. Contreras Vidal

Capítulo 6 **La Ley Periódica. Sistematización** / 76

M. Sc. Osmel Jiménez Denis

Capítulo 7 **Luz y dispositivos ópticos** / 88

Dr. C. Jorge L. Contreras Vidal

Capítulo 8 **El organismo humano. Principales funciones** / 9

Dra. C. Inés M. Salcedo Estrada

Dra. C. Margarita Mc Pherson Sayú

Capítulo 9 **Reproducción y desarrollo del organismo humano** / 49

M. Sc. Amado Hernández Barrenechea

Capítulo 10 **El hombre, la ciencia y la tecnología** / 66

M. Sc. Blanca Companioni León

Conclusiones / 86

PRESENTACIÓN

Este material es el resultado de una cuidadosa compilación de los textos para la enseñanza de Geografía, Física, Química y Biología en secundaria básica, a cargo de prestigiosos profesores de nuestro país. Estas materias han sido relacionadas coherente y armónicamente, de manera que permitan comprender los complejos fenómenos naturales de forma más integral.

El aporte fundamental del contenido que se ofrece fue elaborado por los siguientes 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 Hedesá Pérez, Prof. Mercedes Cuervo Castro, Dr. C. Francisco Pérez Álvarez, y Prof. Jesús L. Hernández Méndez.

Agradecemos a estos autores la posibilidad de utilizar su obra y resolver una nueva necesidad: enseñar las Ciencias Naturales como una sola asignatura en el currículo escolar de la secundaria básica cubana.

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 la 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 oponencias, 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.

Los compiladores

CAPÍTULO 1

Las ciencias naturales en la solución de los problemas de la práctica social

1.1 Importancia de las ciencias naturales para el desarrollo del hombre y la sociedad

Desde la Educación Primaria y en los grados anteriores en la Secundaria Básica se ha estado estudiando la asignatura Ciencias Naturales, la cual se encarga del estudio de los sistemas y cambios físicos, químicos y biológicos que tienen lugar en el universo teniendo en consideración el papel del hombre en la relación naturaleza-tecnología-sociedad.

Las ciencias naturales son consideradas una de las tres esferas del saber humano, unidas a las ciencias sobre la sociedad y sobre el pensamiento. En este grado se continúa el estudio de la asignatura, se sistematizan y consolidan los contenidos ya estudiados, y se introducen otros nuevos que permitirán alcanzar una mejor preparación para comprender y explicar las relaciones que existen entre los objetos, los fenómenos y los procesos que ocurren en la naturaleza de manera integrada.

De todos los seres vivos, el hombre es el que percibe su medio y responde a él de modo más complejo. Su curiosidad, su intelecto y los medios de comunicación que ha desarrollado le permiten relacionarse con su ambiente de manera excepcionalmente provechosa: recepciona información sobre él, organiza esa información e investiga las regularidades que en ella pueden existir, se cuestiona luego el porqué de esas regularidades, si existen, y transmite sus experiencias a las generaciones que le suceden.

A la actividad planificada y organizada por los hombres con el objetivo de profundizar en el conocimiento, o explicar las causas de diversos problemas, utilizando métodos y formas específicas de trabajo, se le ha denominado *ciencia*.

Se utiliza el término ciencia en un sentido abarcador, generalizador de toda la actividad realizada, con el fin de elaborar un nuevo conocimiento de valor teórico o práctico; sin embargo, se sabe que el hombre ha dirigido muchos de sus estudios en diferentes campos del saber y como resultado han surgido diversas ciencias: médicas, agronómicas, de la comunicación, de la informática, naturales y otras.

Los métodos más ligados al surgimiento y desarrollo de la ciencia han sido y siguen siendo en la actualidad la observación, la descripción, el planteamiento de hipótesis, la planificación y ejecución de experimentos, el análisis de sus resultados, la elaboración de conclusiones y la comunicación de los resultados,

todos ellos utilizados en función de resolver los problemas que se le presentan en la vida al ser humano, tales como: obtener más y mejores rendimientos en las cosechas, producir alimentos, obtener medicamentos para la prevención y cura de enfermedades, entre otros no menos importantes. La búsqueda de solución a tales demandas tiene como base el conocimiento más profundo de la realidad en que vive.

El profundizar en los conocimientos desde la búsqueda de explicaciones posibilita un mejor desempeño en la vida y favorece el interés por la ciencia y la técnica, tan necesario en la época moderna, ya que el desarrollo y la utilización de ambas, desde posiciones de respeto al ser humano y en función de su bienestar individual y social, deben contribuir a la supervivencia y desarrollo armónico de las especies en el planeta. El estudio de las ciencias naturales debe acompañarse del análisis de las implicaciones sociales de los descubrimientos científicos y sus aplicaciones, ello incrementa sin dudas la cultura científica tan necesaria para vivir en el mundo contemporáneo.

El desarrollo de la ciencia y la técnica se produce a tal velocidad que tiene una influencia directa y decisiva en la sociedad, de manera que cada vez se hacen mayores las relaciones de interdependencia entre los seres humanos que habitan el planeta.

En la actualidad se viven cambios acelerados que repercuten en todos los órdenes de la vida de la especie humana; los mismos deben situar al ser humano en una posición de preocupación y ocupación permanente que lo lleve a evaluar cómo ellos pueden afectarlo no solo a él, sino a toda la vida en el planeta y en este sentido tomar las medidas pertinentes que le permitan mantener una relación más consecuente con su medio, y que no ponga en peligro su vida ni la de las futuras generaciones.

El desarrollo de la ciencia, y en particular de las ciencias naturales, debe darse sobre la base de observar con rigor los efectos que producen las aplicaciones de sus resultados. El hombre debe poner la ciencia en función del desarrollo sano de la sociedad para la satisfacción de sus necesidades esenciales, sin que ello conduzca al deterioro del medio, ni a poner en riesgo la existencia misma de la especie humana. La ciencia debe servir esencialmente para propiciar la paz entre los hombres y permitir el desarrollo y el bienestar del ser humano y con ello favorecer el desarrollo armónico de la vida en el planeta.

El estudio de la asignatura en este grado debe contribuir precisamente a ese fin, lo que se aprende debe ponerse en función de una mejor calidad de vida del ser humano.

TAREAS DE APRENDIZAJE

1. Argumente con tres razones la importancia que le atribuye a las ciencias naturales en la vida del ser humano.
2. Investigue en la localidad en que se encuentra su escuela, en el municipio o en la provincia donde vive, si existe algún centro de investigaciones relacionado con las ciencias naturales. Recopile la información siguiente sobre el mismo lugar en que está ubicado, tema o temas en los que se investiga, resultados que ha obtenido, e importancia que tiene dicho centro para el desarrollo del ser humano, la sociedad y la ciencia.

1.2 La interrelación de los contenidos de Ciencias Naturales en el 9no. grado

En 8vo. grado se estudiaron los cuerpos, las sustancias y las mezclas, los óxidos como un tipo de sustancia, el movimiento en la naturaleza, la energía y los animales. Todas las unidades desarrolladas tuvieron la intención de destacar la unidad y diversidad de los procesos, fenómenos, sustancias, cuerpos y organismos en el universo.

Asimismo, los contenidos tratados posibilitaron revelar las relaciones de causa-consecuencia que se dan entre los diferentes procesos y fenómenos estudiados, así como las relaciones que se establecen entre la estructura de las sustancias, sus propiedades y aplicaciones. Se insistió en la necesidad del ahorro de la energía, la educación ambiental para el desarrollo sostenible, la educación para la salud y sexual, la necesidad de poseer valores como el amor al trabajo y a la ciencia, la responsabilidad, la honestidad, la honradez, la solidaridad, entre otros no menos importantes.

En el estudio de los contenidos del grado resultó de especial importancia el desarrollo de actividades práctica-experimentales, las cuales sirvieron de punto de partida para adquirir nuevos conocimientos teóricos y contribuyeron a consolidarlos, es decir, a que perduraran mayor tiempo en la memoria y que pudieran ser recordados y utilizados convenientemente en la solución de algún ejercicio o problema que debía ser resuelto tanto en la escuela como en la vida cotidiana.

Lo aprendido en 8vo. grado sentó las bases para el nuevo curso de Ciencias Naturales en el que se continuará el análisis de otros tipos de sustancias, procesos, hechos y fenómenos con un nivel de profundidad mayor.

El estudio de la asignatura en este grado tiene como intención sistematizar los conocimientos de grados anteriores y la propia experiencia adquirida en las relaciones con el medio; fomentar el amor al trabajo y a la ciencia, el cuidado y protección del medio ambiente, a partir del aprendizaje sistemático de los contenidos que forman parte de este material, y sobre todo estimular el cuestionamiento permanente y la profundización de los temas que sobre el desarrollo de la ciencia se dan a conocer por los diversos medios de comunicación.

Los contenidos en el programa de esta asignatura están organizados de manera que se puedan establecer los vínculos que permitan fijarlos mejor. El estudio de las diferentes unidades en el grado posibilitará dar respuesta a interrogantes como las siguientes: ¿Qué relación guarda lo que se aprenderá con lo que ya se conoce? ¿Cómo lo ya conocido, al vincularlo con lo nuevo, permite desarrollar el pensamiento al resolver los problemas que se presentan en la asignatura y en la vida? ¿En qué medida lo que se aprende se relaciona con los intereses de continuidad de estudio? ¿Cómo con el nuevo conocimiento se comprende mejor lo que ocurre en el medio? ¿Qué significación han tenido para la especie humana y la vida en general en el planeta los descubrimientos científicos realizados por el hombre? Lo más importante es que en cada momento de la vida el estudiante sea protagonista directo de lo que aprende, que se pregunte, estudie y compruebe lo que aprende, así estará más cercano cada día a un pensamiento científico.

El análisis de los procesos, los fenómenos, las sustancias, los cuerpos y los sistemas que se desarrolla en las distintas clases del programa favorece el estu-

dio del organismo humano. Las tres últimas unidades del grado permiten integrar, a nivel de consolidación del contenido, los conceptos y teorías estudiadas, por ello es muy importante que al estudiar el organismo humano se identifiquen y apliquen los conocimientos aprendidos sobre las sales, los hidróxidos, los hidrácidos, la electricidad, la luz y los dispositivos ópticos en el funcionamiento del organismo.

Resulta muy importante para el aprendizaje de los contenidos de la asignatura en el grado, que el estudio se oriente a destacar las relaciones que se establecen entre los conocimientos científicos obtenidos por el hombre, el desarrollo de la sociedad y su impacto en el medio ambiente. Al organizar y desarrollar su aprendizaje es esencial que se preste mucha atención a la comprensión de fenómenos y teorías tanto en los componentes no vivos como vivos de la naturaleza, destacando dentro de estos últimos al ser humano, en el que se manifiestan en una cualidad superior los referidos procesos y fenómenos por la complejidad que lo caracteriza.

TAREAS DE APRENDIZAJE

1. Exprese, en un resumen, cinco contenidos de Ciencias Naturales que le resultaron más interesantes en 8vo. grado.
2. Revele las relaciones que se establecen entre tres de los contenidos expresados en la tarea anterior. Utilice para el establecimiento de dichas relaciones la unidad de lo vivo y lo no vivo en la naturaleza.
3. Mencione algunos de los problemas que se le han presentado en la práctica y que ha podido resolver con la aplicación de los contenidos estudiados en Ciencias Naturales.
4. ¿Considera que sin el experimento y la observación es posible el conocimiento y desarrollo de las ciencias naturales? Valore el significado de ambos métodos en su estudio.

CAPÍTULO 2

Las sales

Las sales son sustancias muy difundidas en la naturaleza. El cloruro de sodio (sal de cocina), NaCl, es una de las más conocidas por el hombre. Otras sustancias como el cloruro de potasio (fertilizante), KCl; el carbonato de calcio (mármol), CaCO_3 , y el nitrato de potasio (fertilizante), KNO_3 , también son sales.

La corteza terrestre está constituida por un gran número de minerales, muchos de los cuales tienen entre sus componentes fundamentales las sales (tabla 2.1).

Tabla 2.1 **Minerales y sales que los componen**

Mineral	Nombre de la sal	Fórmula de la sal
Galena	Sulfuro de plomo (II)	PbS
Fosforita	Fosfato de calcio	$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$
Siderita	Carbonato de hierro (II)	FeCO_3
Fluorita	Fluoruro de calcio	CaF_2
Blenda	Sulfuro de cinc	ZnS

Las aguas de los océanos, ríos y lagos constituyen disoluciones salinas. Las sales son componentes de las células de las plantas, los animales y el hombre.

Atendiendo a su composición, las sales se clasifican en binarias y ternarias. Las sales binarias son compuestos formados por un elemento metálico y uno no metálico, excepto el oxígeno y el hidrógeno. Ejemplo de estas son el cloruro de sodio (NaCl) y el sulfuro de plomo (II), PbS.

Existe otro tipo de sales donde, además de un elemento metálico y uno no metálico, está presente el oxígeno; tal es el caso del sulfato de cobre (II), (CuSO_4) , del carbonato de calcio (CaCO_3), que constituye las estalactitas y estalagmitas presentes en muchas cuevas, como por ejemplo las Cuevas de Bellamar, en la provincia de Matanzas. Este tipo de sales se conoce con el nombre de sales ternarias.

2.1 Propiedades físicas y estructura de las sales

A temperatura y presión ambiente las sales son sólidos cristalinos de relativamente elevadas temperaturas de fusión y de ebullición (tabla 2.2).

Tabla 2.2 **Temperaturas de fusión y de ebullición y solubilidad en agua de algunas sales**

Nombre	Fórmula química	t.f./°C	t.e./°C	Solubilidad en agua
Cloruro de sodio	NaCl	801	1 413	Soluble
Yoduro de potasio	KI	682	1 324	Soluble
Fluoruro de calcio	CaF ₂	1 418	2 407	Prácticamente insoluble
Cloruro de cinc	ZnCl ₂	283	732	Soluble
Carbonato de calcio	CaCO ₃	1 282	Descompone	Prácticamente insoluble

Muchas sales se disuelven en agua a temperatura ambiente con gran facilidad. Otras necesitan temperaturas más altas para disolverse apreciablemente.

Atendiendo a la masa de sal que se disuelve en una masa determinada de disolvente, generalmente agua, las sales se clasifican en solubles, poco solubles y prácticamente insolubles.

A diferencia de los metales, las sales en estado sólido no conducen la corriente eléctrica (aisladores). En estado líquido (fundidas) o disueltas en agua sí permiten el paso de la corriente eléctrica.

El cloruro de sodio es un sólido iónico formado por iones con una carga eléctrica positiva, Na¹⁺, e iones cloruro con una carga eléctrica negativa, Cl¹⁻, que se mantienen unidos por la fuerte atracción de sus cargas contrarias. Al igual que el cloruro de sodio, muchas sales están formadas por iones, aunque en todos los casos no tienen la misma distribución espacial.

En los cristales iónicos no existen moléculas, por lo que las fórmulas químicas de estas sustancias solo indican la menor relación que hay entre el número de partículas positivas y las negativas. Por ejemplo, la fórmula NaCl nos informa que en la sustancia cloruro de sodio *por cada ion sodio* (Na¹⁺) *hay un ion cloruro* (Cl¹⁻).

Las sales, al igual que todas las sustancias, son eléctricamente neutras. Por esta razón, en todos los casos la suma de las cargas eléctricas de los cationes (+) y de los aniones (–) es igual a cero.

Los altos valores de las temperaturas de fusión y de ebullición del cloruro de sodio, y en general de las sales, se deben a la fuerte atracción que une los iones que constituyen este tipo de sustancia. Por ejemplo, al fundir una sal es necesario un gran calentamiento para producir la destrucción del cristal. En la sal sólida los iones presentes en el cristal tienen un movimiento vibratorio alrededor de una posición fija, mientras que en la sal fundida los iones adquieren una mayor movilidad, por lo que conducen la corriente eléctrica.

Cuando el cloruro de sodio se disuelve en agua se produce la ruptura del cristal por la interacción entre las moléculas del agua y los iones del cristal. Como consecuencia, los iones se separan de la red y adquieren una mayor movilidad; por esto, la disolución acuosa del cloruro de sodio conduce la corriente eléctrica. El proceso de disolución de muchas sales ocurre de manera semejante al descrito para el cloruro de sodio.

Las sales se separan en iones cuando se disuelven en agua o se funden.

En las sales fundidas o en sus disoluciones (tabla 2.3) se encuentran los iones que las componen, por esta razón conducen la corriente eléctrica. A las sustancias que como el cloruro de sodio conducen la corriente eléctrica al estar disueltas o fundidas, se les denomina *electrolitos*.

Tabla 2.3 **Representación de los iones presentes en las sales fundidas y en disolución acuosa**

Fórmula de la sal	Representación química de los iones presentes en la sal fundida	Representación química de los iones de la sal en disolución acuosa
NaCl	Na ¹⁺ y Cl ¹⁻	Na ¹⁺ (ac) y Cl ¹⁻ (ac)
MgCl ₂	Mg ²⁺ y Cl ¹⁻	Mg ²⁺ (ac) y Cl ¹⁻ (ac)
K ₂ S	K ¹⁺ y S ²⁻	K ¹⁺ (ac) y S ²⁻ (ac)

En las sales ternarias iónicas los cristales están formados por cationes metálicos y por aniones constituidos por más de un elemento químico, uno de los cuales es el oxígeno.

Los iones formados por dos o más átomos se denominan *iones poliatómicos*; ejemplo de ellos son los aniones nitrato (NO₃¹⁻), sulfato (SO₄²⁻) y carbonato (CO₃²⁻). En estas sales existen dos tipos de enlace químico: iónico (entre los cationes metálicos y los aniones poliatómicos que forman el cristal) y covalente polar (entre los átomos que forman el anión poliatómico).

Las sales ternarias oxigenadas al disolverse en agua forman disoluciones electrolíticas donde están presentes cationes metálicos y aniones de forma semejante a como ocurre en las sales binarias. Por ejemplo, en una disolución de sulfato de cobre (II) están presentes los iones de la sal: Cu²⁺ (ac) y SO₄²⁻ (ac).

TAREAS DE APRENDIZAJE

1. Establezca una comparación, a partir de un cuadro resumen, entre las sales binarias y las sales ternarias en cuanto a: composición, tipo de enlace, y propiedades físicas.
2. Clasifique las sustancias representadas a continuación atendiendo a su composición y propiedades:
a) Na₂S; b) CaO; c) K₂CO₃; d) NiCl₂; e) FeSO₄; f) AgNO₃; g) PbO; h) AlCl₃
3. ¿Por qué el bromuro de litio (LiBr) líquido conduce la corriente eléctrica, y el dibromo (Br₂) líquido no?

2.2 Nomenclatura y notación química de las sales

Nomenclatura química de las sales binarias

Para nombrar estos compuestos se escribe el nombre del elemento no metálico terminado en *uro*, seguido de la preposición *de* y a continuación el nombre del elemento metálico. Si este último tiene más de un número de oxidación, entonces se aclara su valor con un número romano entre paréntesis.

Fórmula química	Nombre de la sustancia	Fórmula química	Nombre de la sustancia
NaF	Fluoruro de sodio	KCl	Cloruro de potasio
CaBr ₂	Bromuro de calcio	MgI ₂	Yoduro de magnesio
AlI ₃	Yoduro de aluminio	NiS	Sulfuro de níquel (II)
CuCl ₂	Cloruro de cobre (II)	Ag ₂ S	Sulfuro de plata
Fe ₂ S ₃	Sulfuro de hierro (III)	FeS	Sulfuro de hierro (II)

Notación química de las sales binarias

Para escribir la fórmula química de las sales binarias es necesario conocer el símbolo y el número de oxidación del elemento metálico y del no metálico que forman la sustancia en cuestión. Con estos datos puede procederse de la forma siguiente:

Pasos a seguir	Cloruro de cinc	Sulfuro de magnesio	Sulfuro de aluminio
1. Se escribe primero el símbolo del elemento metálico y después el símbolo del elemento no metálico.	Zn Cl	Mg S	Al S
2. Se coloca el número de oxidación correspondiente en la parte superior de cada símbolo.	Zn ²⁺ Cl ¹⁻	Mg ²⁺ S ²⁻	Al ³⁺ S ²⁻
3. Se coloca, como subíndice del elemento no metálico, el valor del número de oxidación del elemento metálico, y como subíndice del elemento metálico el del no metálico.	Zn ₁ ²⁺ Cl ₂ ¹⁻	Mg ₂ ²⁺ S ₂ ²⁻	Al ₂ ³⁺ S ₃ ²⁻
4. Si los subíndices son divisibles por un mismo número, se simplifica para obtener la relación más sencilla.	ZnCl ₂	MgS	Al ₂ S ₃

Nomenclatura de las sales ternarias oxigenadas

Para nombrar las sales ternarias oxigenadas se nombra el ion poliatómico (tabla 2.4), seguido de la preposición *de*, y a continuación el nombre del elemento metálico. Cuando este último tiene más de un número de oxidación, se especifica el valor del mismo al igual que en las sales binarias.

Fórmula química	Nombre de la sustancia	Fórmula química	Nombre de la sustancia
AgNO ₃	Nitrato de plata	AlPO ₄	Fosfato de aluminio
Na ₂ CO ₃	Carbonato de sodio	Na ₂ SiO ₃	Silicato de sodio
Fe ₂ (SO ₄) ₃	Sulfato de hierro (III)	Zn(NO ₃) ₂	Nitrato de cinc
CuSO ₄	Sulfato de cobre (II)	CaCO ₃	Carbonato de calcio

Tabla 2.4 Aniones poliatómicos oxigenados

Grupo de la Tabla	Símbolos químicos de los elementos unidos al oxígeno	Representación química de los aniones	Nombre de los aniones
IV A	C	CO ₃ ²⁻	carbonato
	Si	SiO ₃ ²⁻	silicato
V A	N	NO ₂ ⁻	nitrito
		NO ₃ ⁻	nitrato
	P	PO ₃ ³⁻	fosfito
		PO ₄ ³⁻	fosfato
VI A	S	SO ₃ ²⁻	sulfito
		SO ₄ ²⁻	sulfato
VII A	Cl*	ClO ⁻	clorito
		ClO ₃ ⁻	clorato

* El elemento cloro forma parte de otros aniones poliatómicos que no son objeto de estudio en este texto.

Notación química de las sales ternarias oxigenadas

Para escribir la fórmula química de las sales ternarias oxigenadas se procede como indica la tabla siguiente.

Pasos a seguir	Nitrato de potasio	Sulfato de cobre (II)
1. Se escribe primero el símbolo del elemento metálico y después la representación del anión poliatómico.	K NO ₃ ¹⁻	Cu SO ₄ ²⁻
2. Se coloca el número de oxidación en la parte superior del símbolo del elemento metálico.	K ¹⁺ NO ₃ ¹⁻	Cu ²⁺ SO ₄ ²⁻
3. Se coloca, como subíndice del elemento metálico, el módulo del valor de la carga del anión poliatómico y, como subíndice de este último, el módulo del valor del número de oxidación del elemento metálico.	K ₁ ¹⁺ (NO ₃) ₁ ¹⁻	Cu ₂ ²⁺ (SO ₄) ₂ ²⁻
4. Si los subíndices son divisibles por un mismo número se simplifican para obtener la relación más sencilla.	KNO ₃	CuSO ₄

La fórmula CuSO₄ indica que en la sustancia sulfato de cobre (II), por cada catión cobre dos más (Cu²⁺) hay un anión sulfato (SO₄²⁻).

TAREAS DE APRENDIZAJE

1. Nombre las sales representadas a continuación:
a) NaBr b) MgCl₂ c) K₂S d) KI e) NiS f) FeCl₃
2. Escriba las fórmulas de:
a) Bromuro de cobre (II) b) Cloruro de aluminio
c) Yoduro de calcio d) Sulfuro de plomo (II)

2.3 Obtención de sales

Al calentar sodio en atmósfera de dicloro se obtiene el cloruro de sodio (figura 2.1).

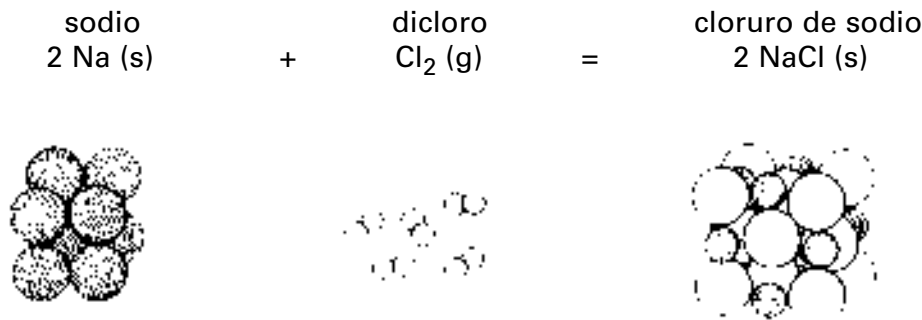
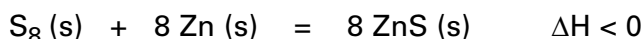


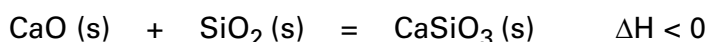
Fig. 2.1 Representación de la obtención del cloruro de sodio.

Al calentar una mezcla de octazufre y de cinc en polvo, se produce una reacción exotérmica en la que se obtiene la sal sulfuro de cinc:*



La mayoría de las sales binarias pueden obtenerse por reacción directa de un metal con un no metal bajo diferentes condiciones.

Las sales ternarias oxigenadas pueden considerarse como el producto de la reacción entre los óxidos metálicos y los óxidos no metálicos. Por ejemplo, al reaccionar el óxido de calcio con el dióxido de silicio puede comprobarse la formación del silicato de calcio.



TAREAS DE APRENDIZAJE

1. Describa una forma de obtener sales binarias.
2. ¿Siempre que reaccionen un metal y un no metal se obtiene una sal? Explique.
3. Nombre las sales que se forman cuando reaccionan las sustancias siguientes: yodo y sodio; octazufre y aluminio.
4. Escriba las ecuaciones químicas correspondientes a las reacciones exotérmicas entre los pares de sustancias siguientes: cinc y dicloro; yodo y aluminio.

2.4 Las aplicaciones de las sales

Las sales han sido utilizadas por el hombre desde épocas remotas. Es difícil encontrar una industria química actual o un proceso productivo donde no se utilice alguno de estos compuestos, de una forma u otra.

Las sales son muy utilizadas en la agricultura, en la medicina y en la industria en general. Las aplicaciones de las sales, al igual que las de las restantes sustancias, tienen su base en sus propiedades.

Debido a la propiedad de algunas sales de ser higroscópicas,** como el cloruro de calcio, estas se usan como desecadores cuando se requiere eliminar la humedad de un sistema dado.

La disolución acuosa del sulfato de magnesio tiene propiedad laxativa, por lo que se utiliza como laxante. Los sueros fisiológicos que se emplean para el tratamiento de algunas enfermedades son disoluciones de cloruro de sodio.

Los iones sodio, potasio y cloruro, presentes en las disoluciones acuosas de cloruro de sodio y de cloruro de potasio, ayudan a mantener el correcto funcionamiento de las células del organismo; es por ello que el hombre necesita ingerir estas sales en su dieta diaria. Estas cantidades de sustancia generalmente se expresan en milimoles.

* Al llevar a cabo esta reacción en presencia de aire, se percibe la formación del dióxido de azufre por la reacción del octazufre con el dióxígeno.

** Sustancias que absorben vapor de agua.

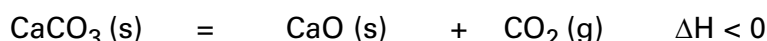
En Cuba tienen gran importancia económica las salinas que se encuentran en Guantánamo, donde se obtiene el cloruro de sodio a partir de la evaporación del agua de mar.

Por su gran solubilidad en agua, los nitratos de potasio y de calcio son utilizados como fertilizantes, ya que proporcionan al suelo importantes iones que forman parte de su composición y que las plantas necesitan para su crecimiento y desarrollo.

Algunas sales, entre ellas el sulfato de hierro (III) y el cloruro de sodio, se usan como desinfectantes; y otras, como el sulfato de cobre (II), para combatir las plagas en las plantaciones.

En la técnica las sales tienen gran importancia; por ejemplo, se utilizan en la obtención de vidrio, como colorantes y en la fabricación de otros muchos productos.

Algunas sales ternarias oxigenadas se descomponen por el calor produciendo los óxidos correspondientes. Esta propiedad es aprovechada por el hombre para obtener muchas sustancias. Un ejemplo de ello lo constituye la obtención del óxido de calcio por descomposición térmica del carbonato de calcio:



En Cuba, la piedra caliza, formada fundamentalmente por carbonato de calcio y carbonato de magnesio, se utiliza como materia prima para la obtención del óxido de calcio o cal viva. En los suelos donde hay abundante carbonato de calcio y humedad es factible la existencia de moluscos terrestres.

TAREAS DE APRENDIZAJE

1. Elabore un cuadro resumen de las aplicaciones de las sales en la medicina, en la agricultura y en la industria.
2. Cite dos aplicaciones de las sales y diga en qué propiedades se fundamentan.

2.5 Cantidad de sustancia. Masa molar

El químico comúnmente trabaja con muestras de sustancias. Cualquier muestra de sustancia se caracteriza por su masa y su volumen. Dado que toda muestra de sustancia está constituida por *átomos*, *moléculas* o *iones*, también puede ser caracterizada por el número de *entidades elementales* presentes en ella.

Muestra de hierro	Muestra de agua
 $m(\text{Fe}) = 56 \text{ g}$ $V(\text{Fe}) = 7,1 \text{ cm}^3$ $N(\text{Fe}) = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ átomos}$	 $M(\text{H}_2\text{O}) = 9 \text{ g}$ $V(\text{H}_2\text{O}) = 9 \text{ mL}$ $N(\text{H}_2\text{O}) = 3,01 \cdot 10^{23} \text{ átomos}$

La masa, el volumen y el número de entidades elementales caracterizan las muestras de sustancias.

La magnitud física que valora el número de entidades elementales que hay en una muestra de sustancia es la cantidad de sustancia.

La unidad de la cantidad de sustancia es el *mole* y su símbolo es el *mol*.

El mole es la cantidad de sustancia de un sistema que contiene tantas entidades elementales como átomos hay en 12 g de carbono $^{12}_6\text{C}$ puro.

El número de átomos de carbono que hay en 12 g de $^{12}_6\text{C}$ es $6,022045 \cdot 10^{23}$. Este número se conoce como número de Avogadro, en honor al científico italiano Amadeo Avogadro. De esta forma, la muestra de hierro representada en el cuadro anterior, como está constituida por $6,02 \cdot 10^{23}$ átomos de hierro,* tiene una cantidad de sustancia $n(\text{Fe}) = 1 \text{ mol}$. Para la muestra de agua representada, $n(\text{H}_2\text{O}) = 0,5 \text{ mol}$.

Para los químicos, la cantidad de sustancia es la magnitud física fundamental al caracterizar una muestra de sustancia. Para expresar correctamente una cantidad de sustancia determinada se utiliza el símbolo n , y a continuación se escribe entre paréntesis el símbolo químico o la fórmula de la especie química de que se trate:

Se escribe	Se lee
$n(\text{C}) = 3 \text{ mol}$	Tres moles de carbono
$n(\text{O}_2) = 5 \text{ mol}$	Cinco moles de dioxígeno
$n(\text{H}_2\text{O}) = 0,5 \text{ mol}$	Medio mole de agua
$n(\text{NaCl}) = 1 \text{ mol}$	Un mole de cloruro de sodio

Si se varía (duplica, triplica, etc.) el número de entidades elementales, la cantidad de sustancia varía en la misma proporción. Por ejemplo, en el caso del agua:

Número de entidades elementales	Cantidad de sustancia
$6,02 \cdot 10^{23}$ moléculas	$n(\text{H}_2\text{O}) = 1 \text{ mol}$
2 ($6,02 \cdot 10^{23}$) moléculas	$n(\text{H}_2\text{O}) = 2 \text{ mol}$
3 ($6,02 \cdot 10^{23}$) moléculas	$n(\text{H}_2\text{O}) = 3 \text{ mol}$

* A partir de este momento se utilizará el valor aproximado de $6,02 \cdot 10^{23}$ como el número de Avogadro.

La cantidad de sustancia es directamente proporcional al número de entidades elementales de una sustancia.

$$n(X) = k \cdot N(X)$$

Masa molar

La masa de una muestra de sustancia está dada por la suma de las masas de los átomos, moléculas o iones que la forman; y la cantidad de sustancia valora el número de estas entidades elementales presentes en dicha muestra.

¿Qué relación existe entre la masa y la cantidad de sustancia?

Para responder a esta interrogante hay que estudiar esta relación en distintas muestras de agua.

AGUA

Muestras	1	2	3
$m(\text{H}_2\text{O})$	9 g	18 g	36 g
$n(\text{H}_2\text{O})$	0,5 mol	1 mol	2 mol
$\frac{m(\text{H}_2\text{O})}{n(\text{H}_2\text{O})}$	$18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$	$18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$	$18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

Al igual que en el caso del agua, para cada sustancia existe una relación constante entre la masa y la cantidad de sustancia, cualquiera que sea la muestra. Esta se denomina masa molar y se define como:

La masa molar de una sustancia es la relación constante entre la masa y la cantidad de sustancia de una muestra dada de esta sustancia.

Ecuación de definición:

$$M(X) = \frac{m(X)}{n(X)}$$

La unidad de la masa molar es el $\text{kg} \cdot \text{mol}^{-1}$, aunque comúnmente se expresa en $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$. Los valores de la masa molar, $M(X)$, para cada sustancia aparecen en tablas.

Con ayuda del valor de la masa molar de una sustancia X es posible calcular la masa, $m(X)$, o la cantidad de sustancia, $n(X)$, de una muestra dada de esta sustancia, al despejar $m(X)$ o $n(X)$.

$$m(X) = n(X) \cdot M(X)$$

$$M(X) = \frac{m(X)}{n(X)} \quad \begin{array}{l} \nearrow \\ \searrow \end{array} \quad \begin{array}{l} n(X) = \frac{m(X)}{M(X)} \\ m(X) = n(X) \cdot M(X) \end{array}$$

Ejemplo 1. Calcule la masa de una muestra de 3 mol de cloruro de sodio, NaCl.

Pasos a seguir	Desarrollo
1. Determinar la incógnita y los datos.	Incógnita $m(\text{NaCl})$ Datos $n(\text{NaCl}) = 3 \text{ mol}$
2. Escribir la relación o las relaciones necesarias.	$M(\text{NaCl}) = \frac{m(\text{NaCl})}{n(\text{NaCl})}$ $m(\text{NaCl}) = n(\text{NaCl}) \cdot M(\text{NaCl})$
3. Sustituir, según los datos y la tabla de masas molares, los valores y sus unidades.	$m(\text{NaCl}) = 3 \text{ mol} \cdot 58,5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$
4. Resolver	$m(\text{NaCl}) = 175,5 \text{ g}$
5. Respuesta	La masa de la muestra es de 175,5 g

Ejemplo 2. Calcule la cantidad de sustancia que hay en 280 g de hierro.

Pasos a seguir	Desarrollo
1. Determinar la incógnita y los datos.	Incógnita $n(\text{Fe})$ Datos $m(\text{Fe}) = 280 \text{ g}$
2. Escribir la relación o las relaciones necesarias.	$M(\text{Fe}) = \frac{m(\text{Fe})}{n(\text{Fe})} \qquad n(\text{Fe}) = \frac{m(\text{Fe})}{M(\text{Fe})}$
3. Sustituir, según los datos y la tabla de masas molares, los valores y sus unidades.	$n(\text{Fe}) = \frac{280 \text{ g}}{56 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}$
4. Resolver	$m(\text{Fe}) = 5 \text{ mol}$
5. Respuesta	La cantidad de sustancia es de 5 mol

TAREAS DE APRENDIZAJE

- Represente abreviadamente las cantidades de sustancias siguientes: dos moles de tetrafósforo; cuatro moles de cinc; un cuarto de mole de dióxido de azufre; un mole de cloruro de potasio; tres moles de sulfato de cobre (II); dos moles de sulfuro de calcio.
- Cantidades de sustancias iguales de dioxígeno y dicloro contienen igual número de moléculas. Argumente.
- Una muestra de octazufre está formada por $6,02 \cdot 10^{23}$ moléculas.
a) ¿Qué cantidad de sustancia tiene esta muestra?

- b) ¿Esta muestra de sustancia tendrá mayor o menor número de moléculas que otra muestra de tres moles de octazufre?
4. Determine la masa que tendrá una muestra de 0,5 mol de bromuro de calcio.
5. Se dispone de una muestra de 2 mol de cada una de las sustancias representadas a continuación: FeS, MgS y CuS.
- a) Determine cuál de ellas tiene mayor masa.
- b) Nombre estas sustancias.

2.6 Información cuantitativa que se obtiene de una fórmula y de una ecuación química

La fórmula química de cualquier sustancia indica la relación entre el número de átomos o iones que la componen. Por ejemplo:

Fórmula química	Información sobre la relación entre el número de átomos o iones
H ₂ O	En el agua, por cada dos átomos de hidrógeno hay un átomo de oxígeno.
CO	En el monóxido de carbono, por cada un átomo de carbono hay un átomo de oxígeno.
NaCl	En el cloruro de sodio, por cada un ion sodio hay un ion cloruro.

Dado que la cantidad de sustancia es proporcional al número de átomos o iones, los subíndices de una fórmula química permiten conocer la relación entre la cantidad de sustancia de cada elemento químico.

En los ejemplos anteriores se tendrá:

Fórmula química	Información sobre la relación entre el número de átomos o iones
H ₂ O	En el agua, por cada <i>dos</i> moles de átomos de hidrógeno hay <i>un</i> mole de átomos de oxígeno.
CO	En el monóxido de carbono, por cada <i>un</i> mole de átomos de carbono hay <i>un</i> mole de átomos de oxígeno.
NaCl	En el cloruro de sodio, por cada <i>un</i> mole de iones sodio hay un mole de iones cloruro.

De manera similar, las ecuaciones químicas expresan la relación entre el número de átomos, moléculas o iones que intervienen en una reacción química.

Como la cantidad de sustancia es proporcional al número de átomos, moléculas o iones, los coeficientes en una ecuación química permiten determinar la relación entre las cantidades de sustancias que intervienen en dicha reacción.

Por ejemplo:

Ecuación química	$2 \text{H}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) = 2 \text{H}_2\text{O}(\text{g})$
Información sobre:	
$N(X)$	– Por cada <i>dos</i> moléculas de dihidrógeno reacciona <i>una</i> molécula de dióxígeno y se producen <i>dos</i> moléculas de agua.
$n(X)$	– Por cada <i>dos</i> moles de dihidrógeno reacciona <i>un</i> mole de dióxígeno y se producen <i>dos</i> moles de agua.

Si se conocen las relaciones entre las cantidades de sustancias que intervienen en una reacción química, es posible calcular, con ayuda de las masas molares, las relaciones entre las masas de las sustancias que intervienen en dicha reacción. Por ejemplo:

Ecuación química	$\text{Cl}_2(\text{g}) + 2 \text{Na}(\text{s}) = 2 \text{NaCl}(\text{s})$
$n(X)$	1 mol 2 mol 2 mol
$m(X) = n(X) \cdot M(X)$	71 g 46 g 117 g

De esta forma, por cada 71 g de dicloro reaccionan 46 g de sodio y se producen 117 g de cloruro de sodio.

TAREAS DE APRENDIZAJE

- Dadas las fórmulas químicas de las sustancias siguientes: SO_3 y CaCl_2 :
 - Escriba el nombre de cada sustancia.
 - ¿Qué información se obtiene de cada una de ellas sobre la relación entre el número de átomos o iones, y sobre la relación entre las cantidades de sustancia?
- Complete el cuadro siguiente:

Ecuación química	$\text{Zn}(\text{s}) + \text{Cl}_2(\text{g}) = \text{ZnCl}_2(\text{s})$
$N(X)$	
$n(X)$	
$m(X) = n(X) \cdot M(X)$	

- Si se hace reaccionar sodio con octazufre se obtiene sulfuro de sodio.
 - Escriba la ecuación química correspondiente a esta reacción.
 - Calcule las masas de cada una de las sustancias que intervienen en la reacción para la relación representada en la ecuación química.
 - Compruebe que las masas calculadas para esta reacción están de acuerdo con la Ley de Conservación de la Masa.

2.7 Las disoluciones acuosas de las sales.

Disoluciones al tanto por ciento. Concentración másica

Dada la gran aplicación que tienen las disoluciones acuosas de las sales, es muy importante conocer la relación en que se encuentra el soluto disuelto con respecto al disolvente o a la disolución, ya que de esta forma se caracteriza cuantitativamente la disolución.

Una de las formas más usada de expresar la composición de una disolución es el tanto por ciento en masa. Por ejemplo: disolución de nitrato de plata, AgNO_3 , al 1 %. Esto significa que por cada 100 g de la disolución hay 1 g de nitrato de plata disuelto.

Esta forma de expresar la composición de una disolución relaciona la masa del soluto anhidro con la masa de la disolución.

La disolución al tanto por ciento en masa es aquella que se prepara manteniendo una relación de masa de soluto por cada 100 gramos de disolución. Estas disoluciones se expresan en tanto por ciento.

La ecuación de definición de las disoluciones al tanto por ciento es:

$$\omega x \cdot 100 = \frac{m(s)}{m(D)} \cdot 100$$

Donde:

$\omega x \cdot 100$, tanto por ciento en masa de un soluto x en una disolución.

$m(s)$, masa de soluto anhidro que se disuelve.

$m(D)$, masa de la disolución y resultado de la suma de la masa del soluto más la masa del disolvente, o sea:

$$m(D) = m(s) + m(d)$$

Esta forma de expresar la composición de una disolución es muy utilizada en las farmacias y laboratorios.

Ejemplo 1. Determine a qué tanto por ciento en masa de nitrato de potasio están preparados 160 g de una disolución que contiene disueltos 8 g de dicha sal.

Pasos a seguir	Desarrollo
1. Determinar la incógnita y los datos.	Incógnita $\omega \text{KNO}_3 \cdot 100$ Datos $m(\text{KNO}_3) = 8 \text{ g}$ $m(D) = 160 \text{ g}$
2. Escribir la relación o las relaciones necesarias.	$\omega \text{KNO}_3 \cdot 100 = \frac{m(\text{KNO}_3)}{m(D)} \cdot 100$
3. Sustituir según los datos, los valores y sus unidades.	$\omega \text{KNO}_3 \cdot 100 = \frac{8,0 \text{ g}}{160 \text{ g}} \cdot 100$
4. Resolver.	$\omega \text{KNO}_3 \cdot 100 = 5 \%$
5. Respuesta:	La disolución está preparada a un 5 % en masa de nitrato de potasio.

Ejemplo 2. Calcule la masa de nitrato de plata y qué masa de agua se necesita para preparar 40 g de una disolución al 1,2 % en masa.

Pasos a seguir	Desarrollo
1. Determinar la incógnita y los datos.	Incógnita $m(\text{AgNO}_3)$ $m(\text{H}_2\text{O})$ Datos $\omega_{\text{AgNO}_3} \cdot 100 = 1,2 \%$ $m(D) = 40 \text{ g}$
2. Escribir la relación o las relaciones necesarias.	$\omega_{\text{AgNO}_3} \cdot 100 = \frac{m(\text{AgNO}_3)}{m(D)} \cdot 100$
3. Despejar la incógnita.	$m(\text{AgNO}_3) = \frac{\omega_{\text{AgNO}_3} \cdot 100 \cdot m(D)}{100}$
4. Sustituir según los datos, los valores y sus unidades.	$m(\text{AgNO}_3) = \frac{1,2 \cdot 40 \text{ g}}{100}$
5. Resolver.	$m(\text{AgNO}_3) = 0,48 \text{ g de AgNO}_3$
6. Determinar la masa de disolvente.	$m(D) = m(s) + m(d)$ $m(d) = m(D) - m(s)$ $m(d) = 40 \text{ g} - 0,48 \text{ g}$ $m(d) = 39,52 \text{ g de H}_2\text{O}$
7. Respuesta:	Para preparar los 40 g de disolución al 1,2 % de nitrato de plata se necesitan 0,48 g del soluto y 39,52 g de agua.

Otra de las formas de caracterizar cuantitativamente una disolución es mediante la *concentración másica*.

La *concentración másica de una disolución*, $\rho(X)$, es la relación entre la masa de cualquier soluto disuelto, $m(X)$, y el volumen de disolución $V(D)$.

Ecuación de definición de concentración másica de una disolución:

$$\rho(X) = \frac{m(X)}{V(D)}$$

Donde:

$\rho(X)$, concentración másica de la disolución de una sustancia X .

$m(X)$, masa del soluto.

$V(D)$, volumen de la disolución.

La unidad de medida de la concentración másica en el Sistema Internacional de Unidades es el $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$, aunque con más frecuencia se utiliza el $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$.

A partir de la ecuación de definición podrá calcularse uno de sus tres componentes, $\rho(X)$, $m(X)$, $V(D)$, conocidos los dos restantes.

Ejemplo 1. Calcule la concentración másica de una disolución que fue preparada disolviendo completamente una muestra de 64,50 g de cloruro de potasio en agua hasta obtener dos litros de disolución.

Pasos a seguir	Desarrollo
1. Determinar la incógnita y los datos.	Incógnita $\rho(\text{KCl})$ Datos $m(\text{KCl}) = 64,50 \text{ g}$ $V(D) = 2 \text{ L}$
2. Escribir la relación o las relaciones necesarias.	$\rho(\text{KCl}) = \frac{m(\text{KCl})}{V(D)}$
3. Sustituir, según los datos, los valores y sus unidades.	$\rho(\text{KCl}) = \frac{64,50 \text{ g}}{2 \text{ L}}$
4. Resolver.	$\rho(\text{KCl}) = 32,25 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$
5. Respuesta:	La concentración másica de la disolución es $32,25 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$

Ejemplo 2. Determine el volumen de la disolución de nitrato de sodio, cuya concentración másica es igual a $18,0 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$, que fue preparada disolviendo 27,0 g de soluto en suficiente agua.

Pasos a seguir	Desarrollo
1. Determinar la incógnita y los datos.	Incógnita $V(D)$ Datos $m(\text{NaNO}_3) = 27,50 \text{ g}$ $\rho(\text{NaNO}_3) = 18,0 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$
2. Escribir la relación o las relaciones necesarias.	$\rho(\text{NaNO}_3) = \frac{m(\text{NaNO}_3)}{V(D)}$ $V(D) = \frac{m(\text{NaNO}_3)}{\rho(\text{NaNO}_3)}$
3. Sustituir, según los datos, los valores y sus unidades.	$V(D) = \frac{27,0 \text{ g}}{18,0 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}}$
4. Resolver.	$V(D) = 1,5 \text{ L}$
5. Respuesta:	El volumen de la disolución 1,5 L

TAREAS DE APRENDIZAJE

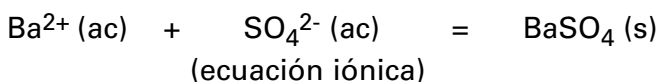
- Diga qué significados tienen las expresiones siguientes:
 - Disolución al 10 % de NaCl.
 - $\rho(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 2 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$.

2. En el laboratorio se tienen 25 g de nitrato de plomo (II) y 150 g de agua. Si se mezclan totalmente estas sustancias:
 - a) Calcule la masa de la disolución que se preparó.
 - b) Determine qué composición al por ciento en masa de soluto tiene esta disolución.
3. El sulfato de magnesio está presente en las aguas medicinales. ¿Qué volumen de una disolución de concentración másica $1,20 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ es necesario suministrar al organismo para proporcionarle 0,24 g de sulfato de magnesio?
4. El nitrato de potasio es muy utilizado como fertilizante. Si se le añade a una parcela experimental 100 L de una disolución de esta sal ternaria oxigenada de concentración másica $15,15 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$:
 - a) ¿Qué masa de soluto y qué cantidad de sustancia se le suministró al suelo?
 - b) ¿Qué iones recibirán las plantas a través de sus raíces?
5. ¿Cómo usted prepararía 2,5 L de disolución de cloruro de cobre (II) de concentración másica igual a $67,5 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$?

2.8 Las reacciones entre las disoluciones acuosas de las sales

Las reacciones entre disoluciones acuosas de sales ocurren entre algunos de los iones presentes en las disoluciones que se mezclan. Por ejemplo, cuando se unen disoluciones acuosas de cloruro de bario, BaCl_2 , y de sulfato de cobre (II), CuSO_4 , se obtiene un precipitado de sulfato de bario, BaSO_4 , sal prácticamente insoluble en agua, y cloruro de cobre (II) en disolución, CuCl_2 (ac).

La reacción ocurrida puede representarse como sigue:



Si se filtra y se evapora el filtrado, se obtienen cristales de cloruro de cobre (II). Por lo tanto, el cambio ocurrido también puede representarse por la ecuación química siguiente:



Cuando se unen dos disoluciones acuosas de sales conteniendo cada una de ellas uno de los iones de una sal poco soluble o prácticamente insoluble en agua, se produce una reacción química en la que se forma un precipitado y los restantes iones quedan en disolución.

Para predecir la ocurrencia o no de una reacción química entre disoluciones acuosas de sales puede utilizarse la tabla de solubilidad de las sustancias en agua (tabla 2. 5).

Ejemplo 1. ¿Se producirá una reacción química cuando se mezclen disoluciones acuosas de cloruro de potasio y de nitrato de plata?

Haciendo uso de la tabla de solubilidad se puede predecir que los iones Cl^- (ac) y los iones Ag^+ (ac) presentes en las disoluciones reaccionantes pueden dar lugar a la formación del cloruro de plata, AgCl , sustancia prácticamente insoluble en agua. Los restantes iones, K^{1+} (ac) y NO_3^{1-} (ac), quedarán en disolución.

Es decir:

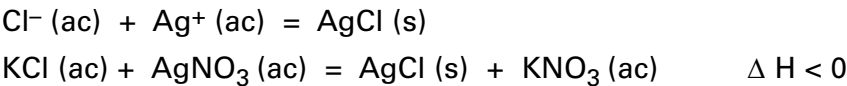


Tabla 2.5 **Solubilidad de algunas sustancias en agua**

iones	K^+	Na^+	Ag^+	Ba^{2+}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Zn^{2+}	Cu^{2+}	Pb^{2+}	Fe^{2+}	Fe^{3+}	Al^{3+}	Ni^{2+}
Hidróxido OH^-	S	S	–	S	P	I	I	I	I	I	I	I	I
Cloruro Cl^-	S	S	I	S	S	S	S	S	P	S	S	S	S
Yodruro I^-	S	S	I	S	S	S	S	S	I	S	–	S	S
Sulfuro S^{2-}	S	S	I	I	–	–	I	I	I	I	I	–	I
Nitrato $(\text{NO}_3)^-$	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Sulfito $(\text{SO}_3)^{2-}$	S	S	P	P	P	P	P	–	I	P	–	–	–
Sulfato $(\text{SO}_4)^{2-}$	S	S	P	I	P	S	S	S	P	S	S	S	S
Carbonato $(\text{CO}_3)^{2-}$	S	S	P	P	I	P	–	–	I	I	–	–	I
Silicato $(\text{SiO}_3)^{2-}$	S	S	P	P	I	P	–	–	I	I	–	–	I
Fosfato $(\text{PO}_4)^{2-}$	S	S	P	I	I	P	I	I	I	I	P	I	I

S: soluble.
P: poco soluble (entre 1 g y 0,001 g en 100 g de agua).
I: prácticamente insoluble (menos de 0,001 g en 10 g de agua).
–: se descompone por el agua o no existe.

Ejemplo 2. ¿Se formará un precipitado al unir disoluciones acuosas de sulfato de potasio y cloruro de sodio?

Al mezclar estas disoluciones no se forma un precipitado, ya que ninguno de los iones presentes en las disoluciones reaccionantes pueden formar entre sí una sustancia poco soluble o prácticamente insoluble en agua.

TAREAS DE APRENDIZAJE

- Haciendo uso de la tabla de solubilidad de las sustancias, escriba la fórmula química y el nombre de cinco sales solubles y cinco prácticamente insolubles en agua, de distintos aniones.

2. ¿Cuál de los siguientes pares de disoluciones reaccionan entre sí formando un precipitado?:
 - a) cloruro de sodio y sulfato de hierro (III);
 - b) sulfuro de potasio y cloruro de cobre (II);
 - c) nitrato de calcio y carbonato de potasio.
3. ¿Puede separarse una mezcla de los sólidos nitrato de plomo (II) y sulfuro de bario añadiendo agua sin que ocurra reacción? ¿Por qué?
4. A una mezcla de los sólidos cloruro de cobre (II) y sulfuro de sodio se añaden 50 mL de agua y se agita continuamente. Después, la mezcla resultante se filtra y se recoge el filtrado. ¿Ocurrirá una reacción química en este proceso? Explique.

CAPÍTULO 3

La electricidad y su naturaleza. Circuitos eléctricos

3.1 El fenómeno de la electrización y su explicación

Los griegos, en el año 600 a.n.e., hallaron que al frotar con piel un trozo de ámbar, este atraía otros materiales y también se percataron de la existencia del magnetismo. Tales de Mileto supo de un mineral (magnetita) que atraía al hierro y encontró que este se imanaba tocando el mineral magnético. Alrededor del siglo XI, los chinos descubrieron que un imán actuaba sobre una brújula.

William Gilbert, en 1600, consideraba que la Tierra actuaba como un imán, que interaccionaba con las agujas de las brújulas y otros imanes en la misma forma en que los imanes interaccionan. También pensó que la gravedad y el movimiento de los planetas eran debido a fenómenos magnéticos, y estableció la distinción entre fenómenos eléctricos y magnéticos. Para ello inventó un dispositivo detector sensible (pequeña aguja de madera balanceada libremente sobre un pivote, como una aguja de brújula), y demostró que muchas sustancias, como el vidrio, el lacre y el azufre podían ser electrizadas después de frotadas, comportarse como el ámbar y atraer la aguja de madera. Por último, él llamó la atención de que el imán atrae solamente al hierro, mientras que los cuerpos electrizados atraían todo. La influencia del imán sobre el hierro no se afecta en el agua, pero la electrización desaparece.

Gilbert propuso un modelo de electrización. El vidrio y el ámbar frotados, están rodeados por un efluvio (onda) imponderable e invisible liberado del material por la influencia de la fricción. Este efluvio se propagaba hacia los otros cuerpos y los atraía hacia el cuerpo electrizado. A los cuerpos que se electrizaban, él los denominó eléctricos, semejantes al elektrón (ámbar); así fue introducida la palabra electricidad en la ciencia. Los cuerpos que al ser frotados atraían a otros se les denominó electrizados (cargados eléctricamente). El modelo del efluvio se mantuvo hasta la mitad del siglo XVIII.

En el siglo XVIII se descubrió que existen dos tipos de electricidad. Du Fay llamó "vitrosa" a la que existe en una barra de vidrio frotada con seda, y "resinosa" a la que aparece sobre la barra de hule frotada con piel. Benjamín Franklin sugirió un modelo diferente para explicar la electrización, a partir de un solo fluido eléctrico transferido entre los cuerpos. El vidrio electrizado adquiere un exceso de fluido eléctrico sobre la cantidad normal y a este estado lo denominó "positivo"; el objeto con el cual se frotó el vidrio adquirió una deficiencia de fluido eléctrico y a este estado lo llamó "negativo". La terminología

de Franklin permanece hasta hoy, pero ahora se reconocen dos tipos de cargas, la que es una propiedad de la sustancia. El fluido eléctrico como idea desaparece.

Los experimentos de Du Fay se resumen así: si dos varillas de vidrio se frotan con seda, se repelen (figura 3.1); dos varillas de hule duras frotadas con piel también se repelen. Hay repulsión siempre que dos materiales idénticos son electrizados de la misma manera. Se concluye que cuerpos con cargas iguales se repelen entre sí; de manera general, cargas iguales se repelen. También se encuentra que las varillas de hule y de vidrio previamente electrizadas se atraen entre sí; y que un cuerpo electrizado, repelido por la barra de hule, es atraído por la barra de vidrio, y viceversa.

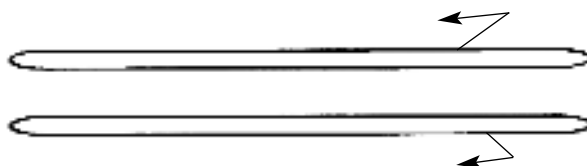


Fig. 3.1 Dos varillas de vidrio frotadas con seda se repelen.

Existen dos tipos de cargas eléctricas (positiva y negativa). Cargas iguales se repelen y cargas desiguales se atraen.

El tipo de carga no es única para el material de la barra; depende también del segundo material. Dos barras de hule, una frotada con piel y la otra con una envoltura de plástico, se atraen, indicando cargas desiguales.

En la época de Du Fay y Franklin no se sabía que los cuerpos estaban formados por átomos y estos a su vez por electrones, protones y neutrones. Los electrones y protones son los responsables de que haya dos tipos de electrización. Los primeros poseen carga negativa (-) y los segundos, carga positiva (+). Cierta cantidad de electrones puede desplazarse de un cuerpo a otro, o de una parte a otra de un mismo cuerpo, dando lugar a un exceso o defecto de un tipo u otro de electricidad, provocando su electrización. La cantidad de electrones que se transfiere de un cuerpo a otro durante la electrización por frotamiento es enorme. Es difícil determinar la cantidad que pasa a una varilla de hule al frotarla con piel, sobre todo porque depende de las condiciones en que se realiza la experiencia, pero la cifra pudiera ser de miles de millones de electrones. Sin embargo, esta cifra es insignificante comparada con la cantidad total de electrones que hay en las moléculas del hule.

No es indispensable frotar dos cuerpos entre sí para que exista transferencia de electrones de uno a otro; basta con que hagan buen contacto y sean de distintas sustancias. Hacia donde pasan los electrones y la cantidad depende de las características de las sustancias, en particular, de la concentración de electrones en ellas y de la capacidad de sus átomos o moléculas para atraerlos hacia sí. Mientras mayor sea la diferencia entre dos sustancias, en lo que respecta a estas características, más fácilmente se electrizarán al ponerlas en contacto. La cantidad de electrones que se transfiere también depende del número de puntos de las superficies de los cuerpos que entran en contacto. De este modo, al poner en contacto mutuo dos cuerpos de sustancias diferentes, pueden pasar electrones de uno a otro, quedando electrizados ambos.

TAREAS DE APRENDIZAJE

1. Existen dos tipos de cargas eléctricas (positiva y negativa). Intente describir un experimento hipotético donde se concluya con la existencia de un tercer tipo de carga eléctrica.
2. Elabore un resumen acerca de la vida de William Gilbert, Tales de Mileto y Du Fay. Destaque sus aportes a la ciencia.
3. Franklin denominó negativo a la carga de los electrones y positivo a la de los protones. Reflexione acerca de si algo cambiaría en la vida o en la ciencia si la denominación fuera al revés.
4. Frote con papel un peine y una varilla de metal. Acérquelos a pedacitos de papel y describa lo observado.
5. Explique con sus palabras por qué se puede electrizar una tira recortada de una bolsita de las utilizadas en las tiendas para envasar los productos, frotándola, y no así una varilla de metal.
6. Explique por qué un cuerpo electrizado pierde con el tiempo dicha propiedad.
7. Indague acerca de lo que es el ámbar.

3.2 Conductores y aisladores

Una varilla metálica sostenida en la mano y frotada con piel no manifiesta estar cargada; pero es posible cargarla si tiene un mango de vidrio o ebonita, y por ahí se le sostiene. La explicación es que los metales, el cuerpo humano y la tierra son conductores de la electricidad; y el vidrio, la ebonita, los plásticos, etc., son aisladores (también llamados dieléctricos).

En los conductores eléctricos, las cargas se pueden mover libremente a través de la sustancia de que están compuestos, mientras que en los aisladores no pueden hacerlo.

En los metales solo la carga negativa se puede mover libremente. La carga positiva es tan inmóvil como lo es en el vidrio o en cualquier otro dieléctrico. Los transportadores de cargas en los metales son los electrones libres.

Cuando los átomos se combinan para formar un sólido metálico, los electrones exteriores del átomo ya no quedan unidos a átomos individuales, sino que quedan en libertad de moverse en todo el volumen del sólido. En algunos conductores tales como las disoluciones electrolíticas, se pueden mover tanto las cargas positivas como las negativas. *Hay una clase de sustancias, los semiconductores, intermedios entre conductores y aisladores, en lo que se refiere a la conducción de la electricidad;* entre estas sustancias son bien conocidos el silicio y el germanio. En los semiconductores la conductividad eléctrica puede aumentarse agregando cantidades muy pequeñas de otros elementos; al silicio se le agregan con ese fin trazas de arsénico o de boro. Los semiconductores tienen muchas aplicaciones prácticas, entre las cuales está su uso en la construcción de transistores.

TAREAS DE APRENDIZAJE

1. Determine por qué no se deben tocar cables eléctricos cuando se está descalzo y mucho menos si el suelo está humedecido.
2. De acuerdo con su capacidad para conducir la electricidad, intente clasificar diversos materiales utilizados en la vida diaria en tres categorías: buenos, medianos y malos conductores.

3.3 Fuerza electrostática

Charles Agustín de Coulomb, en 1785, midió cuantitativamente las atracciones y repulsiones eléctricas, y dedujo la ley que las rige. Estas fuerzas, de acuerdo con la Tercera Ley de Newton, obran en la línea que une las cargas, pero apuntan en sentidos contrarios. La magnitud de la fuerza en cada carga es la misma, aun cuando las cargas pueden ser muy diferentes. El valor de la fuerza de interacción es proporcional al producto de las cargas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que las separa. Esta ley describe las fuerzas eléctricas que ligan los electrones de un átomo a su núcleo, las fuerzas que ligan los átomos entre sí para formar las moléculas, las fuerzas que ligan los átomos o las moléculas entre sí para formar sólidos o líquidos, y las fuerzas que surgen entre los iones.

Así pues, la mayoría de las fuerzas de la experiencia diaria no son gravitatorias, sino eléctricas. Una fuerza transmitida por cables de acero es, en el fondo, una fuerza eléctrica. Solamente las fuerzas eléctricas de atracción interatómica que obran entre los átomos son las que evitan que el cable se rompa. Los animales y plantas son un conjunto de núcleos y electrones ligados entre sí mediante las fuerzas de Coulomb. La fuerza de Coulomb entre dos partículas cargadas es completamente independiente de la presencia de otras partículas cargadas, o de las propiedades del espacio existente entre las partículas.

TAREAS DE APRENDIZAJE

1. Investigue qué fuerza de atracción mantiene unido al núcleo atómico si en este hay protones cuya carga es positiva, y por lo tanto lo que existe entre ellos es repulsión.
2. Compare la expresión matemática que describe la fuerza de gravitación universal con la expresión de la fuerza de Coulomb. Llegue a conclusiones a partir de la comparación establecida.

3.4 Campo eléctrico

A cada punto en el espacio cerca de la Tierra se le puede asociar un valor de intensidad de campo gravitatorio (g), que puede calcularse por la expresión ya conocida: $g = \frac{F}{m}$. Para puntos cercanos a la superficie de la Tierra, el campo se puede considerar uniforme; esto es, la intensidad del campo gravitatorio (g) es la misma para todos los puntos.

Por su parte, el espacio que rodea una varilla cargada está afectado por la varilla y se le llama *campo eléctrico*. De la misma manera se habla de un campo magnético en el espacio que rodea a un imán recto.

Antes de la época de Faraday, la fuerza que obraba entre las partículas cargadas se consideraba como una interacción directa e instantánea entre las dos partículas. Este concepto de acción a distancia se aplicaba también a las fuerzas magnéticas y a las gravitacionales. Otros científicos prefirieron pensar que todo el espacio estaba lleno de cierto fluido, que aparte de ser tenue para ser indetectable por cualquier experimento, tenía que ser fuerte y versátil para comunicar todas las fuerzas gravitacionales, e incidentalmente servir también para propagar la luz y los efectos eléctricos y magnéticos. Para algunos científicos, como Newton, lo importante era que las expresiones matemáticas funcionaran; aunque no se supiera con claridad si existía algo o no entre los cuerpos masivos y las cargas eléctricas. Al respecto, escribió que no proponía hipótesis acerca de las causas de las propiedades de la gravedad y que para él lo importante era que la gravedad existía y que actuaba de acuerdo con las leyes que se habían elaborado, las cuales servían para explicar los movimientos celestes y del mar. La ley matemática de la gravedad, como la coulombiana, explicaban un amplio rango de observaciones; eso era suficiente justificación para aceptarlas.

Por su parte, Faraday, con sus observaciones y experimentos, se convenció de que la totalidad de los fenómenos eléctricos y magnéticos no podían explicarse en términos de la acción a distancia entre partículas, y que el espacio intermedio sí influía de alguna forma.

El concepto campo eléctrico propuesto por Faraday estaba en función de líneas de fuerza, las que todavía hoy se utilizan. Maxwell coincidía con las ideas de Faraday y en 1865 escribió que él pensaba que la interacción entre cuerpos excitados se debía a acciones que continúan en el medio circundante y no a fuerzas que actuaban directamente a distancias prudentes; por lo que proponía una teoría del campo electromagnético, que trataba con el espacio en la cercanía de los cuerpos eléctricos y magnéticos, la que supone que en ese espacio existe materia en movimiento, por la que se producen los fenómenos electromagnéticos que se observaban, y que dicho espacio podía estar lleno con cualquier clase de materia, o hasta vacío. La aceptación general de la Teoría de Maxwell marcó el paso de una era denominada por la filosofía de acción a distancia a la presente era de las teorías de campo.

Pensando en función de campos eléctricos, se considera que una carga q_1 produce un campo eléctrico en el espacio que la rodea y que el campo obra sobre la carga q_2 ; esto se pone de manifiesto por la fuerza F que experimenta q_2 . El campo desempeña un papel intermedio en las fuerzas que obran entre las cargas. Se piensa en función de carga a campo y no como requiere el punto de vista de acción a distancia, en función de carga a carga. En la figura 3.2 también se puede imaginar que q_2 produce un campo y que este actúa sobre q_1 , produciendo sobre él una fuerza en sentido contrario.



Fig. 3.2 Interacción entre dos partículas cargadas eléctricamente.

La teoría electromagnética plantea que si q_1 se mueve respecto a q_2 , esta se entera del movimiento de q_1 por una perturbación del campo que emana de q_1 , y que avanza con la velocidad de la luz. Al viajar la perturbación con una velocidad tan grande, la transmisión de la acción parece instantánea, pero no lo es. Los electrones acelerados en la antena de un emisor de radio influyen sobre los electrones de una antena receptora distante solo hasta después de un tiempo $t = \frac{d}{c}$, siendo d la distancia entre las antenas y c la velocidad de la luz. Por ejemplo, las oscilaciones de los electrones en la antena de una nave que se acerca a Marte demoran en registrarse en la Tierra unos 5 min. En este caso, la distancia es tan grande que el tiempo en transmitirse la acción es apreciable.

TAREAS DE APRENDIZAJE

1. Investigue por qué se plantea que si las partículas cargadas estuvieran siempre en reposo relativo, unas respecto a las otras, con la teoría de la acción a distancia era suficiente para explicar lo que ocurría entre ellas.
2. Compare las características del campo gravitatorio con las del campo eléctrico.
3. Diseñe un experimento para determinar dónde será más intenso el campo eléctrico: ¿cerca o lejos de los cuerpos electrizados?

3.5 La intensidad del campo eléctrico, líneas de fuerza y su representación

La intensidad del campo eléctrico se define de manera muy similar a la intensidad del campo gravitatorio, como sigue: $E = \frac{F}{q_0}$, donde q_0 es la carga, considerada positiva, de un pequeño cuerpo de prueba que se coloca en un punto del espacio que se va a examinar y se da en coulomb (C); F es la fuerza eléctrica que ejerce sobre ese cuerpo, y se da en newton (N); y E es la intensidad de campo eléctrico, y se da en N/c.

La dirección de E es la dirección de F . La intensidad del campo eléctrico de un cuerpo también depende de su grado de electrización, o carga eléctrica que posee, y de la distancia a él. Por su parte, si una partícula o un cuerpo electrizados se colocan en un campo eléctrico, la fuerza ejercida sobre ellos depende de la carga eléctrica que poseen y de la intensidad del campo.

Lo anterior se aprovecha en aplicaciones prácticas, en las que se dirige el movimiento de ciertas partículas a lugares deseados, variando la intensidad del campo o la carga eléctrica de las propias partículas. Por ejemplo, en las pantallas de los televisores, las imágenes se forman haciendo incidir sobre ella electrones, que son emitidos en el extremo posterior del tubo de pantalla y luego acelerados mediante un campo eléctrico hasta una velocidad de unos 6 000 km/s, con la que inciden sobre la pantalla.

Las intensidades del campo electrostático para partículas cargadas positiva y negativamente pueden representarse como en la figura 3.3.

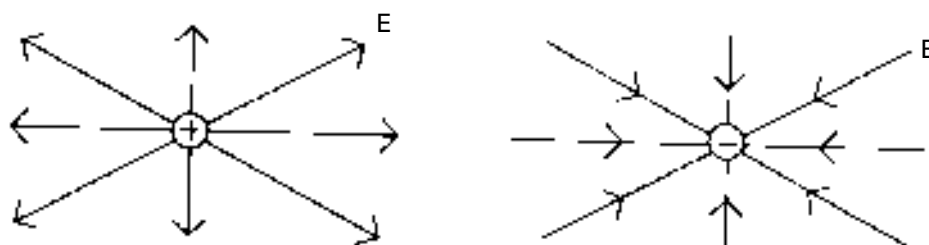


Fig. 3.3 Representación esquemática del campo eléctrico en partículas cargadas positiva y negativamente.

Por simetría, las líneas deben coincidir con los radios, tanto en las cargas positivas como en las negativas. En las negativas apuntan hacia adentro porque una carga positiva libre sería acelerada en esa dirección. El campo eléctrico no es constante sino que disminuye al aumentar la distancia a la carga. Esto se pone de manifiesto en las líneas de fuerza, las cuales están más separadas a mayores distancias. Además, por simetría, E es igual para todos los puntos que están a una distancia dada del centro de la carga.

Faraday, en todos sus estudios acerca de la electricidad y el magnetismo, siempre trató de interpretar sus observaciones y formular sus conceptos casi totalmente en términos físicos y geométricos, ya que carecía de entrenamiento en matemáticas.

El concepto campo como vector no fue apreciado por él, quien pensó siempre en función de líneas de fuerza. Las líneas de fuerza se dibujan de modo que el número de líneas por unidad de área de sección transversal sea proporcional a la magnitud de E . Donde las líneas están muy cercanas, E es grande; y en donde están muy separadas, E es pequeña y las líneas de fuerza nunca se pueden cortar.

Se hace necesario destacar, que tanto Michael Faraday (1791-1867), nacido en Inglaterra, como James Clerk Maxwell (1831-1879), nacido en Escocia, fueron baluartes en cuanto a la investigación de la electricidad y magnetismo se refiere. Faraday, sobre la base de las experiencias de Oersted, desarrolló el primer motor eléctrico y descubrió el principio de la inducción electromagnética; y también desarrolló una teoría sobre los campos de fuerzas. Sus descubrimientos fueron descritos de manera cualitativa.

Por su parte, Maxwell, quien nació el mismo día en que Faraday logró descubrir la inducción electromagnética, justifica matemáticamente los conceptos físicos enunciados por Faraday y es quien introdujo el concepto onda electromagnética, que permite una descripción matemática adecuada de la interacción entre electricidad y magnetismo. Su teoría sugirió la posibilidad de generar ondas electromagnéticas en el laboratorio, hecho que corroboró Heinrich Hertz, en 1887, y que posteriormente supuso el inicio de la era de la comunicación rápida a distancia. Posteriores aportaciones que resultaron definitivas para el desarrollo de la física, como es el caso de la teoría del campo electromagnético introducida por Maxwell, se fundamentaron también en la labor que había llevado a cabo Faraday.

TAREAS DE APRENDIZAJE

1. Sin duda alguna, Faraday y Maxwell son dos científicos que se complementan el uno al otro en el campo de la ciencia. Valore la afirmación anterior a través de ejemplos concretos.

2. En su vida, Faraday se destacó por guiarse a través de seis principios, los cuales eran: llevar siempre consigo un pequeño block con el fin de tomar notas en cualquier momento, mantener abundante correspondencia, tener colaboradores para intercambiar ideas, evitar las controversias, verificar todo lo que le decían y no generalizar precipitadamente, hablar y escribir de la forma más precisa posible. Haga una valoración de estos principios.
3. Represente las líneas de fuerza entre dos partículas cargadas (+ y -) en interacción, e investigue por qué dos líneas de fuerza nunca pueden cortarse.
4. Dibuje las líneas de fuerza que surgen en la interacción entre una partícula cargada positiva y otra negativa. Repita el procedimiento para dos partículas cargadas positivas y entre dos cargadas negativas.

3.6 La electricidad y los circuitos eléctricos

En 1745, un profesor de la Universidad de Leiden encontró que un recipiente de vidrio, cubierto interior y exteriormente con un conductor metálico, podía acumular efectos eléctricos como se evidenciaba por el choque o chispa que podía obtenerse tocando el recipiente directamente o con otros objetos. A estos recipientes se les conoce como botellas de Leiden (figura 3.4).

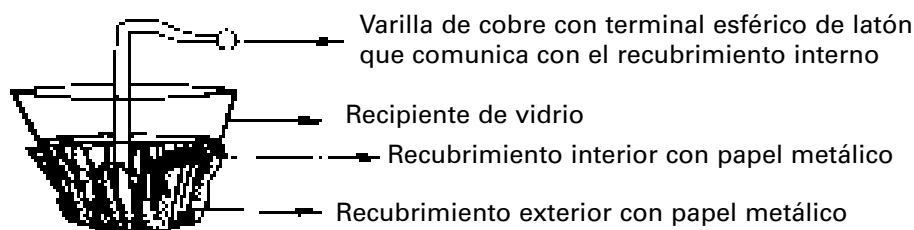


Fig. 3.4 Representación esquemática de una botella de Leiden.

Franklin, en 1747, cargó eléctricamente dos botellas de este tipo y encontró que si los recubrimientos exteriores eran conectados entre sí (sosteniendo las botellas con los dedos en los recubrimientos exteriores, siendo su propio cuerpo el conductor), nada sucedía cuando los ganchos se juntaban. Sin embargo, cuando él sostenía una botella por el gancho y la otra por el recubrimiento y aplicaba el recubrimiento de la primera al gancho de la segunda, ocurría una chispa y ambas botellas eran completamente descargadas. Este experimento condujo a Franklin a suponer que el fluido eléctrico (carga eléctrica) era pasado de un cuerpo al otro en la electrización, y que la cantidad total siempre era conservada. Esto, junto a posteriores experiencias, demostró que la carga eléctrica era conservada en un amplio rango de fenómenos. Esta conservación se considera como una de las leyes naturales más fundamentales.

Alrededor de 1791, Galvani reportó experimentos acerca de que las patas de una rana se contraían violentamente si un bisturí se ponía en contacto con cierto nervio de la pata del animal durante la disección. Él demostró que las contracciones ocurrían cuando se hacía contacto con un nervio por medio de un conductor eléctrico y si las patas de la rana estaban conectadas a tierra por

medio de otro conductor eléctrico. También demostró que las contracciones eran producidas si se colocaba la rana sobre una placa de hierro y si un gancho de latón, haciendo contacto con un nervio, se presionaba simultáneamente contra el hierro. En general, los efectos eran más pronunciados si en el experimento se usaban dos metales diferentes; con elementos no conductores los efectos no ocurrían.

En vista de las contracciones musculares y de la necesidad de usar conductores eléctricos, Galvani asoció el fenómeno con la electricidad animal, tomando en consideración el hecho de que algunas especies marinas, como el gimnoto (especie de anguila eléctrica) y el pez torpedo (raya eléctrica), eran capaces de producir un choque similar al obtenido de un frasco de Leiden y eran descritos como fuente de electricidad animal. Es así que Galvani abandonó las investigaciones físicas y comenzó a hacer especulaciones fisiológicas respecto al origen de una electricidad animal especial en el cerebro y su distribución a través de los nervios, que activaba los músculos. En la actualidad los fisiólogos conocen que la acción nerviosa es de naturaleza electroquímica, pero de manera diferente a las hipótesis de Galvani. En realidad, él comenzó a buscar cómo podría explotarse el nuevo conocimiento de la electricidad animal en la curación de las enfermedades. Al publicarse su trabajo, Alessandro Volta realizó una investigación de sus resultados, pero desde la física, y demostró que no existía carga eléctrica almacenada en los tejidos animales y que las contracciones musculares solo dependían de la presencia de una unión bimetalica conectada externamente con la pata o cuerpo de la rana.

Volta sabía que un flujo continuo de electricidad ocurría siempre que dos metales diferentes estaban en contacto uno con otro y con un conductor húmedo entre ambos. Él demostró que si dos placas metálicas se ponían en simple contacto una con otra (usando manijas aislantes) y después eran separadas, cada una llevaba una carga igual y opuesta. Así fue que descubrió la pila eléctrica y demostró la necesidad de proporcionar una trayectoria conductora eléctrica, continua de un lado de la pila al otro. En particular, Volta hizo registrar la continuidad del proceso, utilizando como evidencia sus propias sensaciones fisiológicas al tomar las terminales y permitiendo que la conducción se efectuara a través de su propio cuerpo. La pila voltaica es una batería eléctrica.

Poco después del descubrimiento de Volta, Nicholson y Carlisle construyeron una pila de acuerdo con las instrucciones de Volta, e hicieron la observación de producción de gas en las terminales de la pila donde los alambres conductores habían sido mojados con agua para proporcionar una mejor conexión eléctrica. Ellos llevaron conductores de los extremos de la pila a un recipiente con agua acidulada con el fin de tener una mejor conducción, y detectaron que se producía dihidrógeno en un conductor y dioxígeno en el otro. Por su parte, Humphry Davy, en sus investigaciones químicas, se apoyó en este dispositivo para descomponer otras sustancias y descubrió los metales sodio y potasio. Luego de la invención de la pila, fueron construyéndose dispositivos e instalaciones eléctricas cada vez más complejas, algunas como las que se relatan a continuación: arco eléctrico, 1801 (comercializado en 1858); motor eléctrico efectivo, 1829; timbre eléctrico, 1831; primer telégrafo de trenes, 1837; dinamo, 1855; altavoz y micrófono, 1875; teléfono, 1876; lámpara incandescente efectiva, 1879; primeras centrales eléctricas, década de 1880; generador eléctrico eólico, 1891; telegrafía inalámbrica, 1895; acondicionador de aire, 1902; secador eléctrico de

pelo, 1905; comunicación de voz humana a través de la radio, 1906; primera transmisión regular de radio, 1920; guitarra eléctrica, 1932; lámpara fluorescente, 1933; radar, 1935; primer servicio público de televisión, 1936; primera computadora digital electrónica, 1945; fotocopidora, 1948; horno microonda, 1945-1949; transistor, 1947; célula solar, 1954; mando a distancia, 1956; primera transmisión televisiva vía satélite, 1968; videos domésticos, década de 1970; pantallas de cristal líquido, década de 1970; microprocesador, 1971; computadora personal, 1975; impresora láser, 1977; amplio uso del fax, 1980; redes locales de computadoras en universidades y corporaciones, década de 1980; *mouse* para computadora, 1968 (comercializado en 1983); teléfono móvil, 1983; interconexión de redes locales de computadoras entre sí, finales de 1980; correo electrónico, hacia 1990.

Todas las instalaciones eléctricas están formadas por sistemas de dispositivos conectados entre sí, denominados *circuitos eléctricos*, que son un conjunto de componentes eléctricos conectados entre sí formando una trayectoria cerrada. En su funcionamiento intervienen cuatro elementos básicos: generador o fuente de electricidad (pudiera ser una pila eléctrica), conductores y otros dispositivos para la transmisión de la energía eléctrica, receptores y dispositivos de control. A continuación se muestran algunos símbolos de dispositivos eléctricos (figura 3.5).

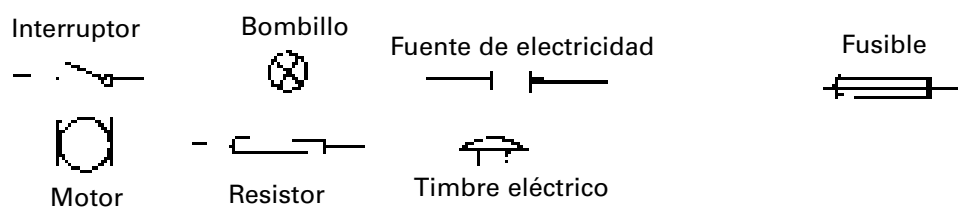


Fig. 3.5 Símbolos de algunos dispositivos eléctricos.

Uno de los dispositivos eléctricos más interesantes e importantes que existen es el electroencefalógrafo descubierto por Hans Berger, en 1923, que amplifica y registra corrientes desarrolladas por unos 14 000 millones de células nerviosas que existen en la corteza cerebral humana. Estudiando las ondas cerebrales, se intenta investigar el ritmo de trabajo del cerebro y el proceso del pensamiento. Durante el transcurso de un año, por los 21,5 g de células corticales de un hombre pasan 215 000 kcal (lo que equivale a 250 kWh), en forma de corrientes cerebrales, más importantes que cualquier otra transformación energética del mundo.

TAREAS DE APRENDIZAJE

1. Identifique los componentes de los circuitos en cada uno de los siguientes aparatos y diga cuáles son las transformaciones de energía que hay en los mismos: a) una linterna; b) un timbre; c) una lámpara de bicicleta; d) una hornilla eléctrica.
2. Investigue en una enciclopedia o en la colección "El Navegante" acerca de las fechas en que comenzaron a utilizarse en Cuba el teléfono, la radio, la televisión y las lámparas incandescentes. Compárelas con aquellas en que se realizaron dichos inventos. ¿A qué conclusión llegó?

3. Mencione los distintos tipos de pilas y baterías que conoce. Explique el funcionamiento de cada una desde el punto de vista de la energía, y resuma las aplicaciones prácticas de estas, fundamentando su ventaja.

3.7 Corriente eléctrica. Su generación, efectos y tipos

La palabra corriente se relaciona con el flujo o movimiento de algo en cierta dirección: corriente de agua, de aire, flujo sanguíneo, etcétera. Corriente eléctrica significa flujo o movimiento de electricidad en determinada dirección. En los sólidos dicha electricidad se transmite generalmente mediante electrones; pero en los gases pueden desplazarse no solo electrones, sino además iones, positivos y negativos (como en las descargas eléctricas atmosféricas y en las lámparas fluorescentes). En los líquidos conductores de la electricidad lo que fluye son iones. Por consiguiente, se *denomina corriente eléctrica al movimiento de partículas eléctricas (electrones, iones u otras partículas cargadas) en determinada dirección*. Las partículas que constituyen los cuerpos sólidos, líquidos y gaseosos, incluyendo sus electrones e iones, se mueven desordenadamente y a grandes velocidades. Lo anterior tiene lugar aunque haya corriente eléctrica; por tanto, corriente eléctrica es el movimiento que, pese a ese continuo desplazamiento desordenado, realizan de conjunto las partículas eléctricas en determinada dirección.

Un procedimiento simple para generar corriente eléctrica podría consistir en transmitir carga eléctrica a un cuerpo metálico (A), el cual después se une a otro (B) mediante un conductor. Este funciona como una especie de guía de campo eléctrico. Bajo la acción del campo, los electrones, no obstante su movimiento desordenado, se mueven de conjunto hacia el cuerpo B. Desde el punto de vista de la energía, ocurre una transformación de energía potencial eléctrica, a causa de la acumulación de partículas eléctricas en A, en energía de la corriente. Sin embargo, en el caso descrito la corriente es de muy corta duración.

Por eso se requiere utilizar algún dispositivo que, al mismo tiempo que transmite electrones al cuerpo A, los extraiga del B. Esa es la función de las fuentes generadoras de electricidad: producir un exceso de carga eléctrica en una parte del circuito respecto a otra, provocando así un campo eléctrico a través de él; además de restablecer continuamente la energía potencial eléctrica que pasa constantemente a otra forma en los receptores.

Durante los siglos XVIII y XIX se idearon mecanismos sustentados en la electrificación por fricción, denominados máquinas electrostáticas, que permitían mantener la circulación de la corriente eléctrica. A causa del rozamiento, la eficiencia de estas máquinas es pequeña, solo transforman en energía eléctrica alrededor del 5 % de la energía mecánica invertida.

Como corrientes eléctricas de corta duración se tienen las descargas eléctricas atmosféricas, en las que se puede ver el efecto luminoso que producen a través del relámpago y también el efecto térmico al incendiar los árboles sobre los cuales impactan en ocasiones. Los efectos anteriores pueden ser notados en una bombilla incandescente.

Por otra parte, la corriente eléctrica puede traer consigo efectos químicos (electrolisis) y magnéticos (desviación de una aguja magnética bajo la presencia de un conductor por el cual circule corriente).

El sentido convencional de la corriente eléctrica se toma desde el terminal o polo positivo de la fuente al negativo. De este modo, aunque en un conductor metálico los electrones se muevan del polo negativo al positivo, el sentido de la corriente es el contrario: del terminal positivo al negativo. Por ejemplo, si la corriente es producida por pilas y acumuladores, se le denomina *corriente directa*, porque mantienen en sus terminales el mismo tipo de electricidad (positiva o negativa), por lo que al conectarlos a un circuito, la corriente fluye siempre en un mismo sentido. A diferencia de ellos, en un enchufe habitual de la red eléctrica, uno de los terminales (el comúnmente llamado vivo) o los dos (si es de 220 volt) varía constantemente de positivo a negativo, y viceversa, con cierta rapidez. En consecuencia, cuando se conecta algún equipo al enchufe, la corriente producida realiza oscilaciones, alternando entre un sentido y el otro. De ahí que esta corriente se denomine *alterna*.

TAREAS DE APRENDIZAJE

1. Se sabe que el sentido de la corriente no influye en el funcionamiento de un bombillo o una hornilla eléctrica, pero sí influye decisivamente en la electrolisis y al cargar una batería o pila. Investigue y explique el porqué.
2. Argumente por qué el flujo de partículas de un cuerpo a otro durante la electrización por frotamiento y las descargas eléctricas atmosféricas pueden ser consideradas corrientes eléctricas.
3. Indague la razón por la cual los generadores electroquímicos de electricidad suelen denominarse "pilas".
4. Planifique y realice algunos experimentos con el propósito de constatar que los efectos magnético y químico de la corriente eléctrica dependen de su sentido.

3.8 Magnitudes básicas en los circuitos eléctricos

Existe un conjunto de magnitudes eléctricas que deben de tenerse en consideración al diseñar un dispositivo eléctrico. Ellas son: intensidad de la corriente y voltaje eléctrico, potencia eléctrica y resistencia eléctrica.

Intensidad de la corriente

No es más que la cantidad neta de electricidad o carga neta (por ejemplo, electrones) que circula a través de la sección transversal cualquiera de un conductor en la unidad de tiempo, y se denota por la letra I . La corriente supuesta constante es: $I = \frac{q}{t}$, donde I es la intensidad de la corriente, q es la carga neta, y t el tiempo. La carga se da en coulomb (C), el tiempo en segundo (s) y la intensidad de la corriente en amperes (A), en honor al físico y matemático Andrés María Ampere (1775-1836), quien introdujo el término corriente eléctrica y desarrolló aspectos importantes de la teoría electromagnética.

Los instrumentos que miden la intensidad de la corriente eléctrica se denominan amperímetros. Cuando la intensidad de la corriente eléctrica en un con-

ductor metálico es de 1 A, la cantidad neta de electrones que cada segundo atraviesa su sección transversal es alrededor de $6 \cdot 10^{18}$. La intensidad de la corriente en una descarga eléctrica atmosférica es de 20 kA; en un impulso nervioso, 10 μ A; en un bombillo de filamento habitual (60 W), 0,5 A; en un bombillo de linterna común, 0,8 A; en un motor común para elevar agua en una casa, 5 A; en una hornilla eléctrica, 5-9 A; y el límite permisible en un fusible habitual de vivienda, 30 A.

Voltaje eléctrico

La función de las fuentes o generadores es producir un exceso de partículas eléctricas en una parte del circuito respecto a otra, y que dicha acumulación de partículas posea energía potencial, la cual puede transformarse en otros tipos de energía en los receptores. El voltaje (V), denominado así en honor de Alejandro Volta, es una medida de la energía potencial que, como promedio, le corresponde a cada una de esas partículas en exceso. Al aumentar su número también aumenta la energía correspondiente a cada una y, por tanto, el voltaje. En las terminales de un enchufe habitual, las partículas eléctricas en exceso tienen, como promedio, mayor energía que en los terminales de una batería de automóvil, y en los de esta mayor que en los de una pila de linterna. El voltaje influye en la intensidad de la corriente. Al aumentar el voltaje aumenta la intensidad de la corriente.

Para medir el voltaje se utiliza un instrumento llamado voltímetro. El voltaje se da en volts (V). El voltaje de una descarga eléctrica atmosférica es hasta 1 000 000 kV; el valor necesario para que se produzca una descarga eléctrica en el aire, 30 kV/cm; el valor medido en un electrocardiograma, 5 mV; el valor que puede generar el pez anguila, 600 V; el valor a partir del cual es peligroso para el organismo humano, 6 V (en lugares húmedos 12 V) y el valor de la red eléctrica de las viviendas, 110 V / 220 V.

Potencia eléctrica

Como se sabe, la función de las fuentes o generadores de electricidad en los circuitos es transformar algún tipo de energía (interna, como en las pilas electroquímicas; cinética, como en las turbinas de las centrales; radiación, como en los paneles solares; entre otras), en energía potencial eléctrica. A su vez, la de los equipos receptores es transformar esta energía potencial en algún otro tipo de energía (de radiación luminosa, como en las lámparas; cinética, como en los motores; de ondas, como en las emisoras de radio y televisión, etcétera). La rapidez con que ocurren las transformaciones de energía se caracteriza mediante el concepto de potencia, cuya expresión es: $P = \frac{E}{t}$, donde E es la energía transformada en el tiempo t . La energía se da en joule (J) y el tiempo en segundos (s), entonces la potencia se mide en watt (W). Por consiguiente, potencia eléctrica es la rapidez con que se transforma algún tipo de energía en energía eléctrica (en las fuentes o generadores), o esta en otros tipos de energía (en los equipos e instalaciones receptores de electricidad). La potencia eléctrica desarrollada por un receptor o una fuente, se calcula mediante la ecuación $P = U \cdot I$, la cual, en efecto, expresa una relación directa de la poten-

cia, con el voltaje y la intensidad de la corriente. Para un bombillo de linterna la potencia es de 5 W; para un ventilador, 60 W; un televisor, 50-150 W, un refrigerador, 180 W; una plancha eléctrica, 300 - 1 000 W y una hornilla eléctrica, 600 - 1 000 W.

Resistencia eléctrica

Una de las características esenciales de los conductores de electricidad, que influye en la intensidad de la corriente, es la resistencia (R) al paso de la corriente eléctrica. En algunos dispositivos la intensidad de la corriente y, por tanto, la potencia que desarrollan, son controladas modificando la resistencia de ellos. Ejemplos comunes de esto son el bombillo de filamento incandescente, cuya potencia depende de la resistencia del filamento, y la plancha eléctrica. Por lo anterior, con el propósito de regular la intensidad de corriente y el voltaje en diferentes partes de los circuitos, se utilizan conductores especialmente diseñados para ello, denominados resistores. En los resistores la intensidad de la corriente es directamente proporcional al voltaje aplicado a sus terminales e inversamente proporcional a la resistencia. Estas dependencias se pueden

ver en la expresión: $I = \frac{U}{R}$, denominada ley de Ohm en honor al físico alemán

Georg Simon Ohm (1787-1854), quien fue el primero en establecerla trabajando con conductores metálicos. La ley de Ohm se cumple, además de en los resistores, en los conductores metálicos habituales y en las disoluciones electrolíticas, siempre que la temperatura de ellos no varíe durante el paso de la corriente. La resistencia se expresa en ohm (Ω), cuando el voltaje se expresa en volt y la intensidad de la corriente en ampere.

Ahora bien, en los circuitos siguientes (figura 3.6) se muestran resistencias en serie y en paralelo conectadas en un circuito. En el primero de ellos, en que la intensidad de la corriente es la misma, se denomina *en serie*. En el segundo, en el que el voltaje es el mismo en los terminales de todos los dispositivos, se denomina *en paralelo*. Cuando los receptores están en serie, si se desconecta alguno de ellos se interrumpe el paso de la corriente en todos. Cuando están en paralelo, si se desconecta alguno por los otros puede continuar fluyendo la corriente.

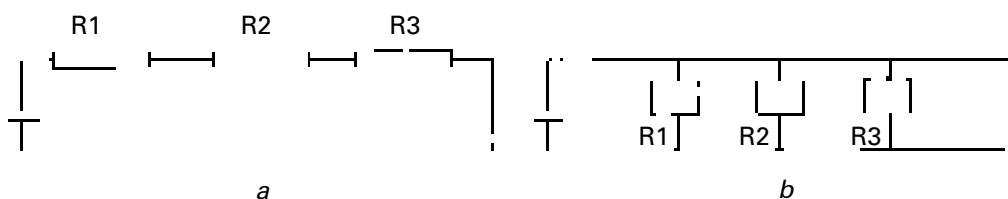


Fig. 3.6 Resistencia eléctricas: a) en serie; b) en paralelo.

Al calcularse la resistencia total de un circuito con dos resistencias en serie, se emplea la expresión: $R_t = R_1 + R_2$; y si están en paralelo, entonces la expresión es:

$$\frac{1}{R_t} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}, \text{ la que también puede ser escrita como } R_t = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}.$$

TAREAS DE APRENDIZAJE

1. En nuestras casas se utilizan indistintamente las conexiones en paralelo y en serie. ¿Cuándo una conexión está en paralelo y cuándo en serie y para qué se utiliza cada una?
2. Un alumno lee la expresión matemática de la ley de Ohm como sigue: “la resistencia de un conductor es directamente proporcional a la diferencia de potencial aplicada en sus extremos e inversamente proporcional a la corriente que pasa por él”. Explique por qué la aseveración anterior no es correcta.
3. El fusible es un pedazo de alambre que debe fundirse si la corriente excede su valor en un circuito. Investigue las características que debe tener un alambre para que sea un fusible eficiente.
4. Los electricistas emplean un destornillador, denominado “buscapolos”, que tiene en el interior de su mango una lámpara de neón. Indague cómo funciona y por dónde fluye la corriente al utilizar el buscapolos.
5. Investigue por qué las aves no se electrocutan al posarse sobre los cables del tendido eléctrico.

3.9 Medición y ahorro de la energía eléctrica

La cantidad de energía “consumida” o “generada” por receptores y fuentes conectados a la red nacional de electricidad, se da en watt-hora ($W \cdot h$). Esta unidad permite relacionar la cantidad de energía con la potencia desarrollada por los equipos e instalaciones, y el tiempo de funcionamiento de ellos. Por ejemplo, la energía consumida al cabo de una hora por una lámpara de 20 W es simplemente $20 W \cdot h$, y la generada en un día por una planta de 100 MW es $100 MW \cdot 24 h = 2\,400 MW \cdot h$. Puesto que $1 W = 1 J/s$, resulta que $1 W \cdot h = 1 J/s \cdot 3\,600 s = 3\,600 J$. En las casas se mide la energía consumida por los receptores de electricidad con el contador de electricidad, que puede constar de un disco que gira con mayor o menor rapidez, en dependencia de la corriente. En consecuencia, el número de vueltas que realiza el disco está determinado por la intensidad de la corriente y el tiempo durante el cual esta fluye. Pero resulta que la energía consumida también está determinada por esas mismas magnitudes. Por eso, el número de vueltas realizadas por el disco puede ser empleado para medir la energía utilizada. Eso es precisamente lo que hacen los contadores, miden la energía contando el número de vueltas realizadas por el disco.

El ahorro de la energía es algo esencial hoy en día, ya que los combustibles comienzan a escasear; además, la contaminación del medio ambiente provocada por las termoeléctricas, ha conducido a la urgente necesidad de ahorrar la energía eléctrica.

TAREAS DE APRENDIZAJE

1. Tome el recibo de la cuenta de la electricidad de un mes que llega a su casa y anote el consumo eléctrico. Calcule lo que consume aproximadamente cada equipo electrodoméstico en su casa durante un mes y compare este valor con el consumo en el recibo de la cuenta de electricidad.

2. Indague cómo ha crecido la electrificación en Cuba desde 1959 hasta la actualidad.
3. Describa la vida en el planeta sin la existencia de la electricidad en cualquiera de sus manifestaciones.
4. Se tienen dos bombillos ahorradores de 20 W y otros dos de 60 W. Cada uno de ellos permanece encendido 3 h al día. Determine el costo de la energía consumida por dichos bombillos en un mes. Considere que cada $\text{kW} \cdot \text{h}$ consumido cuesta 9 centavos.
5. Un bombillo de 100 W permanece encendido todos los días durante 10 h. ¿Qué cantidad de energía eléctrica expresada en joule, consume cada día? ¿Cuál será el costo de dicha energía al cabo de un mes?
6. Observe el contador de electricidad de la casa y estudie cómo depende la rapidez con que gira su disco de la cantidad de equipos eléctricos que estén conectados.

3.10 Las tormentas eléctricas en la atmósfera

En la atmósfera hay fenómenos sorprendentes, como el de las descargas eléctricas atmosféricas (relámpago) y su sonido (trueno). Uno de los primeros en estudiarlo fue Benjamín Franklin, en experimentos con cometas, para demostrar que los fenómenos de las tormentas eran eléctricos y que el rayo era una manifestación atmosférica a gran escala de las chispas producidas por máquinas electrostáticas creadas en aquella época.

En las nubes tormentosas, las gotas de lluvia se pulverizan por el embate de intensas ráfagas de viento, lo que produce una separación de cargas eléctricas. Mediciones realizadas durante vuelos entre estas nubes, han permitido comprobar que las cargas positivas y negativas se alternan en varias capas.

Lo mismo que en el ámbar frotado, las cargas se separan por fuerzas mecánicas. Así se produce el campo eléctrico, que supone tensiones enormes, de millones de volts, debido a que las cargas son llevadas muy lejos unas de las otras. La cantidad de electricidad allí almacenada espera la descarga. Si alguien colocase un alambre conductor entre las dos nubes, o entre la nube y la Tierra, pasaría una corriente normal; pero como nadie lo hace la electricidad busca el camino por sí misma. Las cargas avanzan siguiendo la poderosa tracción de las líneas de fuerza, ionizan el aire (lo hacen conductor), deshacen las uniones de los átomos de las moléculas, y, a empujones, van avanzando y abriendo un camino ramificado. A la vez, los fenómenos moleculares citados hacen que el aire produzca una viva claridad, el relámpago. El canal de descarga tiene una longitud del orden del kilómetro, pero es estrecho, y la mayor parte de la electricidad corre por un camino de pocos centímetros de grueso. Intervienen intensidades de corriente grandes, pero solamente duran algo así como una milésima de segundo. Por esta razón no pueden ser utilizadas con fines prácticos. Por su parte, el trueno es el aire, acelerado hacia los lados por la corriente eléctrica, que tiende a juntarse de nuevo, transformando todo el aire que le rodea en complicadas oscilaciones sonoras.

Franklin fue uno de los primeros en llevar a cabo experimentos con cometas, para demostrar que los fenómenos de las tormentas eran eléctricos. En 1749, Franklin estaba seguro de que las nubes retenían una cantidad de carga eléctrica

ca, hasta que tropezaran con otras nubes, y luego se fundían como rayo y trueno. Durante el verano de 1752, él realizó un experimento con el cometa, en Filadelfia; llevó su cometa al campo y caminó en dirección de una tormenta que se aproximaba. Al cometa estaba unido un bramante, en cuyo extremo tenía un trozo de cinta de seda, como aislador, y entre el bramante y la cinta había una llave. Cuando llegó la tormenta, Franklin elevó el cometa, la lluvia mojó el bramante, pero la cinta quedó seca, refugiada en un portal; de la llave, él sacó chispas con sus nudillos. El descubrimiento le llevó a inventar el pararrayos, el cual tiene su base en la propiedad compensadora de las puntas, o sea, que las cargas eléctricas tienen la tendencia de ir hacia los lugares puntiagudos y acumularse ahí. Con una buena toma de tierra, él y otros precursores del pararrayos demostraron que el mismo era inofensivo; no obstante, hubo una buena oposición al mismo por cierto período de tiempo, hasta que la idea triunfó. Desde entonces, el mundo ha sabido cuán importante fueron sus descubrimientos; los pararrayos han salvado vidas, y demostraron que los rayos no eran enviados por Dios para castigar, sino que son un fenómeno natural, lo mismo que el viento, la lluvia y el calor.

El experimento con los cometas fue repetido en aquella época muy a menudo, pero generalmente sin tomar todas las medidas necesarias, lo que provocó que algunas personas fueran abatidas por los rayos. Una de ellas, el físico Richmann, de Petersburgo, se acercó demasiado a su pararrayos aislado durante una tormenta ocurrida el 6 de agosto de 1753, y murió a causa de una poderosa descarga.

Los lugares más peligrosos para ser alcanzado por un rayo son, en general, los más salientes con respecto al suelo (árboles aislados, torres, casas de campo, entre otros). Los picos de las montañas no parecen ser los más atacados por los rayos. La peligrosidad de algunos lugares depende de la composición geológica del terreno (bolsa de minerales) o de las condiciones del subsuelo.

TAREAS DE APRENDIZAJE

1. Describa las transformaciones energéticas que ocurren durante una descarga eléctrica atmosférica.
2. ¿Qué debería hacer para protegerse si le sorprende una tormenta con rayos en un llano descampado?

3.11 La electricidad y sus efectos en la salud

La *electroterapia* se define como el arte y la ciencia del tratamiento de lesiones y enfermedades por medio de la electricidad, que consigue desencadenar una respuesta fisiológica, la cual se va a traducir en un efecto terapéutico. Su historia es muy antigua. Aristóteles realizó experiencias con descargas eléctricas de pez torpedo (tremielga), que aplicaba para los ataques de gota. El médico del emperador Claudio escribió que los dolores de cabeza desaparecen si un pez torpedo negro vivo se coloca sobre la parte dolorosa. Al igual que la descarga de la botella de Leiden, el golpe del pez torpedo puede alcanzar a varias personas cogidas de la mano, si una de ellas lo toca. Franklin era adepto a la

aplicación de la curación eléctrica, por ello la utilización de la electricidad estática lleva el nombre de *franklinización*.

Hoy, la tecnología ha desarrollado numerosos aparatos para la aplicación de la electroterapia sin correr riesgos de efectos secundarios, como los estimuladores de alta o baja frecuencia. Los tipos de corrientes utilizadas son: de *baja frecuencia*, que van desde la galvánica pura o continua hasta corrientes con frecuencias de 800 Hz, las cuales tienen un efecto analgésico, antiespasmódico y térmico, y son indicadas para el tratamiento de afecciones del sistema neuromuscular como las neuritis, neuralgias, lumbalgias, contracturas musculares, artritis, distensiones del músculo y tendones; de *media frecuencia*, que abarca frecuencias entre 801 y 20,000 Hz, y es aplicable a procesos de atrofia muscular y degeneración parcial del sistema neuromuscular, entre otras; de *alta frecuencia*, con frecuencias entre los 20,001 Hz a los 5 MHz tiene efectos térmicos, analgésico, relajante muscular, estimula la circulación sanguínea, favorece la cicatrización de las heridas, y se indica también en esguinces, roturas musculares, contusiones, fracturas, bursitis, sinusitis, prostatitis, y otras afecciones.

TAREAS DE APRENDIZAJE

1. Investigue qué otros peces similares al pez torpedo producen descargas eléctricas, y cuál de ellos las produce más fuertemente.
2. Los peces como el pez torpedo tienen un órgano eléctrico que consta de electrocitos (células muy aplanadas y empaquetadas en pequeñas columnas) y usan su órgano para el ataque o defensa. Otros peces utilizan el órgano para la búsqueda de sus víctimas. Investigue cuáles son estos peces.
3. En el lenguaje médico existen las palabras *electroencefalograma*, *electrocardiograma* y *electroshock*. Investigue en qué consisten estas técnicas.
4. ¿Por qué es necesario realizar los tratamientos con corriente eléctrica en los policlínicos y hospitales y con personal especializado?
5. ¿Qué funciones se realizan a través de impulsos eléctricos, en el organismo humano y en las plantas?

CAPÍTULO 4

Los hidróxidos. Los hidrácidos

Los hidróxidos son compuestos formados por oxígeno, hidrógeno, y un tercer elemento que puede ser metálico o no metálico. En dependencia de ello se les denominan hidróxido metálico e hidróxido no metálico, respectivamente.

Se conoce que los hidróxidos metálicos, como el hidróxido de sodio, NaOH (sosa cáustica), pueden obtenerse por reacción entre el óxido metálico correspondiente y el agua. Otros ejemplos de hidróxidos metálicos son: el hidróxido de potasio, KOH (potasa cáustica), de gran importancia industrial; el hidróxido de calcio, Ca(OH)_2 (cal apagada), muy usada en medicina (agua de cal) y en la construcción (lechada de cal); el hidróxido de bario, Ba(OH)_2 , cuya disolución se conoce con el nombre de agua de barita; el hidróxido de aluminio, Al(OH)_3 , componente esencial de un antiácido conocido como Alusil; y el hidróxido de magnesio, Mg(OH)_2 (magma de magnesia).

De forma semejante muchos óxidos no metálicos reaccionan con el agua y se obtienen sustancias ternarias constituidas por oxígeno, hidrógeno y un elemento no metálico. A este tipo de sustancias se le denomina hidróxido no metálico. Por ejemplo, a partir de la reacción del trióxido de azufre con el agua puede obtenerse una sustancia cuya fórmula química es H_2SO_4 , denominada ácido sulfúrico. En la antigüedad, los alquimistas* conocieron y emplearon esta sustancia a la que denominaron "aceite de vitriolo"; en la actualidad es utilizado ampliamente el conocido "ácido de acumulador", que no es más que una disolución de esta sustancia.

Preguntas como las que siguen podrán ser respondidas durante el estudio de este capítulo: ¿por qué estos dos tipos de hidróxidos tienen distintas propiedades físicas y químicas?; ¿por qué las disoluciones de estos compuestos tienen propiedades opuestas?; ¿cómo se les denomina a estas disoluciones?; ¿qué relación tienen estas disoluciones con la acidez estomacal o con las lluvias ácidas que tanto afectan el medio ambiente?; ¿existirán otras disoluciones de sustancias con propiedades semejantes a las de los hidróxidos no metálicos?

4.1 Propiedades físicas de los hidróxidos metálicos

Los hidróxidos metálicos son, a temperatura ambiente, sustancias sólidas. Los hidróxidos de los elementos del grupo IA de la Tabla Periódica funden a

* Los alquimistas fueron los primeros químicos. Se les llamó así porque profesaban la alquimia, "ciencia" que tenía como objetivo obtener el elixir de la vida y el oro a partir de los metales.

temperaturas relativamente altas (tabla 4.1). La mayoría de los restantes hidróxidos metálicos se descomponen a altas temperaturas antes de fundirse.

Tabla 4.1. **Temperatura de fusión (t. f.) de los hidróxidos de los elementos del grupo IA de la Tabla Periódica**

Nombre	Fórmula química	t. f. (°C)
Hidróxido de litio	LiOH	462,0
Hidróxido de sodio	NaOH	318,4
Hidróxido de potasio	KOH	369,4
Hidróxido de rubidio	RbOH	300,0
Hidróxido de cesio	CsOH	272,5

Como las restantes sustancias y teniendo en cuenta su solubilidad en agua, los hidróxidos metálicos se clasifican en: solubles, poco solubles y prácticamente insolubles.*

Los elementos químicos del grupo IA (alcalinos) y algunos de los elementos del grupo IIA (alcalino-térreos) de la Tabla Periódica forman *hidróxidos solubles*, el resto no lo son (tabla de solubilidad). Los hidróxidos metálicos en estado sólido no conducen la corriente eléctrica y sí lo hacen fundidos o en disolución acuosa.

TAREAS DE APRENDIZAJE

1. Mencione tres propiedades físicas de los hidróxidos de los elementos del grupo IA de la Tabla Periódica.
2. Clasifique los hidróxidos siguientes atendiendo a su solubilidad en agua:
a) hidróxido de aluminio, $\text{Al}(\text{OH})_3$; b) hidróxido de cobre (II), $\text{Cu}(\text{OH})_2$;
c) hidróxido de bario, $\text{Ba}(\text{OH})_2$; d) hidróxido de cinc, $\text{Zn}(\text{OH})_2$; e) hidróxido de sodio, NaOH.
3. Compare las sales y los hidróxidos metálicos de los elementos químicos de los grupos IA y IIA de la Tabla Periódica, atendiendo a:
 - estado de agregación a temperatura ambiente;
 - temperatura de fusión;
 - conductividad de la corriente eléctrica en estado sólido, fundido y en disolución.
4. ¿Qué masa tendrá cada una de las muestras de las sustancias siguientes:
a) 2 mol de hidróxido de potasio, KOH; b) 5,3 mol de hidróxido de cobre (II), $\text{Cu}(\text{OH})_2$?

* Son muy pocos los hidróxidos metálicos que se clasifican como poco solubles. El hidróxido de calcio, $\text{Ca}(\text{OH})_2$, es uno de ellos. Ver tabla 2,5 (p. 28).

4.2 Estructura de los hidróxidos metálicos

Los hidróxidos de los elementos alcalinos y alcalino-térreos son en su mayoría sólidos iónicos. Sus redes cristalinas están formadas por cationes metálicos y aniones hidróxidos, OH^{1-} . Por ejemplo, el hidróxido de sodio en estado sólido está formado por una red cristalina iónica constituida por cationes sodio, Na^{1+} , y aniones hidróxido, OH^{1-} .

Los restantes hidróxidos metálicos con enlace iónico forman cristales constituidos por cationes metálicos y aniones hidróxido, fuertemente atraídos entre sí. Esto explica las relativamente altas temperaturas de fusión que poseen estas sustancias y además que fundidos y en disolución acuosa conducen la corriente eléctrica.

En el anión hidróxido, OH^{1-} , el átomo de oxígeno y el de hidrógeno están unidos por un enlace covalente (figura 4.1), al igual que los átomos que forman los aniones poliatómicos en las sales ternarias.

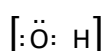


Fig. 4.1 Representación electrónica del anión hidróxido.

En los hidróxidos metálicos con enlace iónico, de forma semejante a las sales ternarias, existen dos tipos de enlace químico: el enlace iónico entre los cationes metálicos y los aniones hidróxido, y el enlace covalente entre el átomo de oxígeno y el hidrógeno del ion hidróxido.

TAREAS DE APRENDIZAJE

1. Describa la estructura de los hidróxidos metálicos con enlace iónico.
2. Las fórmulas químicas de los hidróxidos de sodio, de calcio y de bario son, respectivamente: NaOH , $\text{Ca}(\text{OH})_2$ y $\text{Ba}(\text{OH})_2$.
 - a) Represente y nombre los iones que constituyen cada una de estas sustancias.
 - b) ¿Cuál es la menor relación numérica en que se encuentran estos iones en el cristal de cada una de estas sustancias?
3. Haga una comparación entre las estructuras del cloruro de sodio, el sulfato de sodio y el hidróxido de sodio, teniendo en cuenta los aspectos siguientes:
 - a) iones que las constituyen;
 - b) propiedades físicas;
 - c) tipo de enlace químico.
4. Determine la concentración másica de una disolución que fue preparada disolviendo una muestra de 18 g de hidróxido de potasio en agua hasta obtener 5 L de disolución.

4.3 Nomenclatura y notación química de los hidróxidos metálicos

Para escribir la fórmula química o nombrar los hidróxidos metálicos se utilizan los mismos procedimientos que para las sales ternarias, teniendo presente que el grupo poliatómico siempre es el hidróxido.

Nomenclatura química de los hidróxidos metálicos

Para nombrar los hidróxidos metálicos se coloca la palabra *hidróxido*, seguida de la preposición *de* y a continuación el *nombre del elemento metálico*, señalando con un número romano el número de oxidación si este es variable.

Fórmula química	Nombre de la sustancia
KOH	Hidróxido de potasio
Ca(OH) ₂	Hidróxido de calcio
Al(OH) ₃	Hidróxido de aluminio*

Notación química de los hidróxidos metálicos

Para representar la fórmula química de un hidróxido metálico, conocido su nombre, pueden seguirse los pasos siguientes:

Pasos a seguir	Hidróxido de sodio	Hidróxido de calcio
1. Se escribe primero el símbolo del elemento metálico con su número de oxidación en la parte superior, y a continuación la representación del ion hidróxido.	Na ⁺ OH ⁻	Ca ²⁺ OH ⁻
2. Se coloca como subíndice del hidróxido el módulo del valor del número de oxidación del elemento metálico.	NaOH	Ca(OH) ₂

Observe que en todos los casos el subíndice del elemento metálico es 1, ya que es el módulo del valor de la carga eléctrica del ion hidróxido.

La fórmula KOH representa la sustancia hidróxido de potasio, formada por una red iónica donde la menor relación en que se encuentran los iones es de un catión potasio por cada anión hidróxido. En el caso de la sustancia hidróxido de calcio, Ca(OH)₂, la menor relación entre los iones que forman la red iónica es de un catión calcio por cada dos aniones hidróxido.

TAREAS DE APRENDIZAJE

- 1. Nombre los hidróxidos metálicos siguientes: NaOH, Ba(OH)₂, Al(OH)₃, Zn(OH)₂, Cu(OH)₂, Fe(OH)₂, Ni(OH)₂.
- 2. Escriba la fórmula química de los hidróxidos que se relacionan a continuación: hidróxido de potasio, hidróxido de calcio, hidróxido de magnesio.

* El hidróxido de aluminio, al igual que los restantes hidróxidos metálicos prácticamente insolubles en agua, son en realidad óxidos hidratados, por lo que su fórmula también suele representarse de la forma siguiente: Al₂O₃ · H₂O.

3. Compruebe que una muestra de 1,5 mol de hidróxido de potasio tiene mayor masa que otra de 2 mol de hidróxido de sodio.

4.4 Hidróxidos metálicos solubles en agua.
Las disoluciones básicas

Al disolver hidróxido de sodio en agua ocurre un rompimiento del cristal, a causa de la interacción electrostática de las moléculas del agua y los iones del cristal. Producto de esto los iones del hidróxido adquieren una mayor movilidad que en el estado sólido, es por ello que las disoluciones acuosas del hidróxido de sodio conducen la corriente eléctrica.

Los hidróxidos metálicos con enlace iónico, cuando se disuelven en agua o se funden, se separan en los cationes metálicos y los aniones hidróxido, (OH)⁻, que los constituyen (tabla 4.2).

Tabla 4.2 Representación de los iones presentes de los hidróxidos metálicos fundidos o en disolución acuosa

Fórmula del hidróxido	Representación química de los iones presentes en el hidróxido metálico fundido			Representación química de los iones del hidróxido en disolución acuosa		
NaOH	Na ¹⁺	y	OH ¹⁻	Na ¹⁺ (ac)	y	OH ¹⁻ (ac)
KOH	K ¹⁺	y	OH ¹⁻	K ¹⁺ (ac)	y	OH ¹⁻ (ac)
Ba(OH) ²	Ba ²⁺	y	OH ¹⁻	Ba ²⁺ (ac)	y	OH ¹⁻ (ac)

La presencia de los iones hidróxido, (OH¹⁻), en estas disoluciones le confiere una serie de propiedades comunes. Por ejemplo, al añadirle a las disoluciones acuosas de hidróxido de sodio y de hidróxido de bario (incoloras) unas gotas de disolución incolora de fenolftaleína, se observa que en ambos casos aparece una coloración roja. Si a otras disoluciones acuosas de estos mismos hidróxidos se les introduce una tira de papel tornasol rojo, estas adquieren una coloración azul.

Las sustancias que al disolverse en agua producen iones hidróxido, OH⁻, se denominan bases. Las disoluciones resultantes se conocen con el nombre de disoluciones básicas.

Los hidróxidos de sodio, de potasio y de calcio son ejemplos de bases.

Los indicadores tienen como una de sus características ser sustancias que cambian de color frente a las disoluciones básicas, y por tanto sirven para identificarlas. La fenolftaleína, el tornasol y el azul de bromotimol son indicadores.

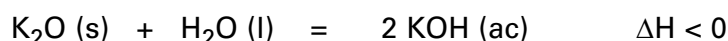
En la tabla 4.3 aparecen algunos indicadores y la coloración que adquieren en un medio básico. Muchas flores tienen en su composición indicadores, tal es el caso del Mar Pacífico.

Otras propiedades comunes a las disoluciones básicas son las de poseer sabor amargo y ser jabonosas al tacto. Esta última se debe a que las disoluciones de los hidróxidos metálicos solubles en agua (álcalis) reaccionan con las proteínas y las grasas que constituyen la piel. Por eso a estas disoluciones se les denominan *cáusticas*, que quiere decir *corrosiva*. Ejemplo de ello son la sosa cáustica, NaOH; la potasa cáustica, KOH; y la cal cáustica, Ca(OH)₂.

Tabla 4.3 **Coloración que toman algunos indicadores en medio básico**

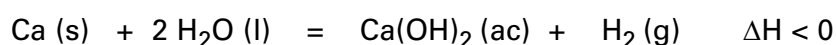
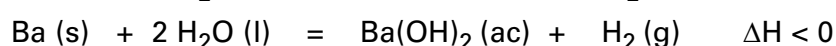
Indicador	Coloración
Fenolftaleína	Roja
Tornasol	Azul
Azul de bromotimol	Azul

Las disoluciones básicas de los hidróxidos de los elementos químicos de los grupos IA y IIA de la Tabla Periódica, excepto el hidróxido de berilio, pueden obtenerse en el laboratorio por reacción del óxido correspondiente con el agua. Por ejemplo:



Estas reacciones no son de oxidación-reducción.

Otra forma de obtener disoluciones acuosas de algunos hidróxidos metálicos es mediante la reacción de un metal activo; por ejemplo: sodio, potasio, calcio y bario, con el agua. Ejemplos de ello son:



Además de la disolución básica del hidróxido metálico correspondiente, en estas reacciones se obtiene el dihidrógeno gaseoso y se desprende gran cantidad de energía en forma de calor. Estas reacciones son de oxidación-reducción.

TAREAS DE APRENDIZAJE

1. ¿Qué cationes metálicos y aniones están presentes en las disoluciones acuosas de los hidróxidos metálicos siguientes: hidróxido de potasio, hidróxido de calcio, NaOH y Ba(OH)₂?
2. Se tienen tres tubos de ensayos, A, B y C, con disoluciones incoloras, y se conoce que una de ellas es una disolución básica. ¿Cómo usted la identificaría?
3. Proponga dos vías para obtener en el laboratorio una disolución acuosa de hidróxido de sodio.

4. Escriba las ecuaciones de las reacciones químicas que deben llevarse a cabo para obtener potasa cáustica, lechada de cal y agua de barita a partir de los óxidos metálicos correspondientes.

4.5 Hidróxidos metálicos prácticamente insolubles en agua. Obtención

Si se mezclan disoluciones acuosas de sulfato de cobre (II) y de hidróxido de sodio, se forma un sólido azul verdoso prácticamente insoluble en agua que va al fondo del recipiente.

Tanto el CuSO_4 como el NaOH son electrolitos, por lo que sus disoluciones contienen, respectivamente, iones Cu^{2+} (ac), SO_4^{2-} (ac), y Na^{1+} (ac), OH^{1-} (ac). Cuando se unen estas disoluciones ocurre una reacción química en la que se obtiene un precipitado, el hidróxido de cobre (II), y una disolución de sulfato de sodio donde están presentes los iones sulfato y los iones sodio (figura 4.2).

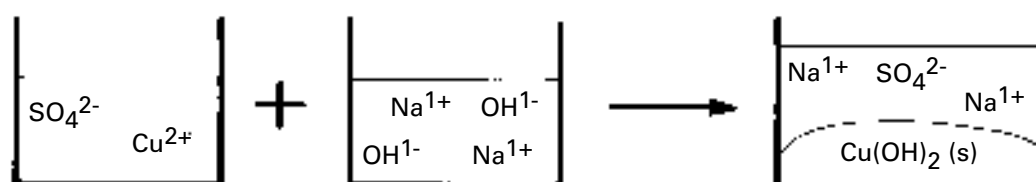
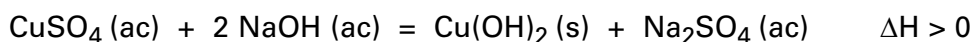
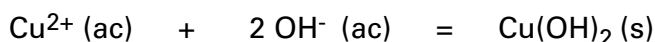


Fig. 4.2 Esquema de la reacción entre las disoluciones de sulfato de cobre (II) e hidróxido de sodio.

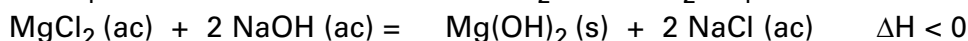
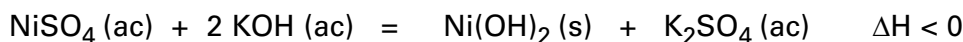
Esta reacción puede representarse por la ecuación química siguiente:



O más simplificada:



Otras reacciones químicas donde se obtienen hidróxidos poco solubles o prácticamente insolubles en agua, a partir de disoluciones de una sal y de un hidróxido metálico, se representan a continuación:



Los hidróxidos metálicos poco solubles o prácticamente insolubles en agua se obtienen por reacción de una disolución de un hidróxido metálico con una de una sal soluble que contenga los iones metálicos correspondientes.

TAREAS DE APRENDIZAJE

1. Describa qué ocurre cuando se unen disoluciones de nitrato de níquel (II) y de hidróxido de bario.
2. Proponga una reacción para obtener el hidróxido de plomo (II) en el laboratorio. Fundamente escribiendo la ecuación iónica de esta reacción.

3. ¿Cuáles de los pares de las disoluciones siguientes reaccionan entre sí con formación de un precipitado?

- hidróxido de bario y cloruro de sodio;
- hidróxido de sodio y nitrato de níquel (II);
- hidróxido de bario y sulfato de sodio;
- hidróxido de bario y carbonato de potasio.

a) Escriba las ecuaciones químicas de las reacciones que se producen.

b) Clasifíquelas atendiendo a la variación o no del número de oxidación.

4.6 Propiedades físicas de los hidróxidos no metálicos

La mayoría de los hidróxidos no metálicos son, a temperatura y presión estándar ambiente,* sustancias líquidas o sólidas de relativamente bajas temperaturas de fusión y de ebullición, y en general sustancias solubles en agua.

En la tabla 4.4 aparecen algunas propiedades físicas de hidróxidos no metálicos muy conocidos.

Tabla 4.4 **Propiedades físicas de algunos hidróxidos no metálicos**

Hidróxidos no metálicos				
Nombre	Fórmula química	Densidad (g/cm ³)	t. f. (°C)	Solubilidad en agua
Ácido sulfúrico	H ₂ SO ₄	1,83	10,38	Soluble
Ácido nítrico	HNO ₃	1,50	-41,59	Soluble
Ácido fosfórico	H ₃ PO ₄	1,83	42,35	Soluble
Ácido bórico	H ₃ BO ₄	1,43	185	Soluble

TAREAS DE APRENDIZAJE

1. Clasifique los hidróxidos representados en metálicos y no metálicos. Justifique en cada caso.

a) Mg(OH)₂

b) H₂SO₄

c) HNO₃

d) HClO₄

e) Cu(OH)₂

2. El ácido perclórico, HClO₄, tiene una densidad de 1,77 g · mL⁻¹ y una temperatura de fusión de -112 °C. Con respecto a esta sustancia, diga:

a) ¿Es más o menos densa que el agua?

b) ¿En qué estado de agregación se encontrará esta sustancia a -120 °C?

* Temperatura y presión estándar ambiente (TPEA) se considera una temperatura de 25 °C y una presión de 100 kPa.

4.7 Estructura de los hidróxidos no metálicos

Los hidróxidos no metálicos son sustancias moleculares. En las moléculas de estas sustancias los átomos de hidrógeno, oxígeno y del otro elemento no metálico se encuentran unidos por medio de enlaces covalentes polares (figura 4.3).

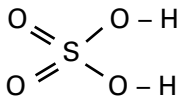


Fig. 4.3 Representación simplificada de una molécula de ácido sulfúrico.

Los átomos de hidrógeno están enlazados a átomos de oxígeno; mientras que los de oxígeno, a su vez, se enlazan al otro elemento no metálico. Las relativamente bajas temperaturas de fusión de los hidróxidos no metálicos se deben a que las interacciones entre sus moléculas son de poca intensidad en comparación con la de los enlaces covalentes existentes entre los átomos que forman las moléculas. Cuando estas sustancias funden no se rompen los enlaces covalentes entre sus átomos, sino que solo se vencen las interacciones moleculares.

TAREAS DE APRENDIZAJE

1. ¿Qué tipo de sustancia son los hidróxidos no metálicos, teniendo en cuenta las partículas que los constituyen? Ejemplifique.
2. ¿A qué se deben las relativamente bajas temperaturas de fusión y de ebullición en los hidróxidos no metálicos? Explique.

4.8 Nomenclatura y notación química de los hidróxidos no metálicos

Para nombrar estos compuestos se usa la palabra genérica *ácido*, y a continuación el nombre del grupo poliatómico cambiando su terminación *ito* por *oso* y *ato* por *ico* (tabla 4.5).

Tabla 4.5 **Nombre de algunos hidróxidos no metálicos**

Fórmula química	Nombre	Fórmula química	Nombre
HNO ₂	Ácido nitroso*	HNO ₃	Ácido nítrico
H ₂ SO ₃	Ácido sulfuroso	H ₂ SO ₄	Ácido sulfúrico
H ₃ PO ₃	Ácido fosforoso	H ₃ PO ₄	Ácido fosfórico

* Estas sustancias no se han aislado como sustancia pura. Solo se conocen sus disoluciones acuosas.

Obsérvese que en las fórmulas químicas de todos los hidróxidos no metálicos el subíndice del hidrógeno coincide con el módulo del valor de la carga eléctrica del grupo poliatómico oxigenado.

TAREAS DE APRENDIZAJE

1. Escriba la fórmula química o el nombre según corresponda:

Nombre	Fórmula química
	H ₂ SO ₄
Ácido fosfórico	
	HNO ₃
Ácido nitroso	
	H ₂ SO ₄

2. Se tienen cuatro sustancias cuyas fórmulas químicas son las siguientes: Cl₂, MgCl₂, Cl₂O₇ y HClO.
- a) Clasifique cada una de estas sustancias teniendo en cuenta: su composición y el tipo de partículas que las constituyen.
- b) ¿Qué información se obtiene de cada una de las fórmulas químicas sobre la relación entre el número de átomos o iones, y la relación en cantidad de sustancia?
3. Calcule la concentración másica de 2,3 L de disolución que se ha preparado a partir de una muestra de 16 g de ácido sulfúrico.

4.9 Las disoluciones acuosas de los hidróxidos no metálicos. Los hidrácidos

Los hidróxidos no metálicos no conducen la corriente eléctrica; sin embargo, sus disoluciones acuosas sí la conducen.

Al disolverse en agua las moléculas de los hidróxidos no metálicos interactúan con las moléculas del agua. Producto de esta interacción se rompen los enlaces covalentes que unen al hidrógeno con los átomos de oxígeno en las moléculas del hidróxido no metálico y se forman los iones poliatómicos oxigenados negativos y los iones H¹⁺. El ion hidrógeno, H¹⁺, no existe libre en disolución acuosa, ya que se une a una molécula de agua formando los iones H₃O¹⁺, que se denomina ion hidronio. Este ion se representa simplificada como H¹⁺ (ac).

Así, por ejemplo, en las disoluciones acuosas del ácido sulfúrico* existen los iones hidronio, H¹⁺ (ac), y los aniones sulfato, SO₄²⁻ (ac). En los restantes hidróxidos ocurre algo muy semejante (tabla 4.6).

* El proceso de disolución del ácido sulfúrico en agua es muy exotérmico, por lo que para diluir este ácido se debe verter el ácido al agua y no a la inversa, pues pueden producirse salpicaduras y con ellas lamentables accidentes.

Tabla 4.6 **Representación química de los iones que se forman al disolverse distintos hidróxidos no metálicos en agua**

Hidróxido no metálico		Representación química de los iones presentes en la disolución acuosa producto de la ionización total del hidróxido
Nombre	Fórmula química	
Ácido nítrico	HNO ₃	H ⁺ (ac) y NO ₃ ⁻ (ac)
Ácido sulfúrico	H ₂ SO ₄	H ⁺ (ac) y SO ₄ ²⁻ (ac)
Ácido fosfórico	H ₃ PO ₄	H ⁺ (ac) y PO ₄ ³⁻ (ac)

Los hidróxidos no metálicos, cuando se disuelven en agua, originan iones poliatómicos oxigenados negativos e iones hidronio, H₃O⁺ (ac) o simplemente H⁺ (ac).

La presencia de los iones H⁺ (ac) en las disoluciones acuosas de los hidróxidos no metálicos le confieren propiedades comunes. Por ejemplo, al introducir papel de tornasol azul en disoluciones de ácido nítrico, HNO₃(ac); ácido sulfúrico, H₂SO₄(ac); y ácido fosfórico, H₃PO₄(ac), se observa que este indicador se torna rojo. Si a otras disoluciones acuosas de estas mismas sustancias se le añaden gotas de azul de bromotimol, este indicador adquiere una coloración amarilla.

Las sustancias que al disolverse en agua producen iones hidronio, H⁺ (ac), se denominan ácidos. Las disoluciones resultantes se conocen con el nombre de disoluciones ácidas.

El ácido nítrico, HNO₃; el ácido sulfúrico, H₂SO₄; y el ácido fosfórico, H₃PO₄, son ejemplos de ácidos y sus disoluciones, disoluciones ácidas.

Los hidróxidos no metálicos son ácidos y sus disoluciones presentan propiedades ácidas.

En los diferentes procesos biológicos que ocurren en la naturaleza, y en muchos procesos químicos, es extremadamente importante que la acidez de la disolución no se aparte de un valor determinado. Por ejemplo, el buen funcionamiento de la sangre humana que lleva el dioxígeno a las células exige determinado grado de acidez (pH).* Cuando este varía puede producirse la acidosis o la alcalosis, que requiere de una atención inmediata para no producir la muerte de las personas. De igual forma la acidez del jugo de caña (guarapo) requiere de un exacto control en el proceso de extracción del azúcar de la caña. En el control químico de estos procesos los indicadores ácido-base desempeñan un papel importante.

* El pH es un número que da una medida de la concentración de iones hidronio, H¹⁺ (ac), presentes en una disolución.

Los indicadores tienen como otra de sus propiedades cambiar su color al añadirlos a disoluciones ácidas.

Se denominan indicadores a las sustancias que cambian de color frente a las disoluciones básicas y a las disoluciones ácidas y sirven para identificarlas.

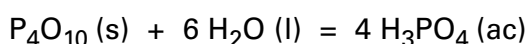
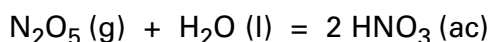
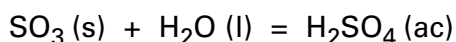
En la tabla 4.7 aparecen algunos indicadores y la coloración que adquieren frente a las disoluciones básicas y ácidas.

Tabla 4.7 **Coloración que toman algunos indicadores en medio básico o ácido**

Indicador	Coloración que toma en medio básico	Coloración que toma en medio ácido
Fenolftaleína	Roja	Incolora
Tornasol	Azul	Roja
Azul de bromotimol	Azul	Amarilla

Otra propiedad de las disoluciones ácidas es que tienen sabor ácido. La presencia de ácido cítrico y de ácido ascórbico (vitamina C) en los limones les confiere su sabor ácido.

Las disoluciones ácidas de los hidróxidos no metálicos, también conocidos como oxácidos, pueden considerarse como el producto de la reacción de un óxido no metálico con el agua.



TAREAS DE APRENDIZAJE

1. ¿Qué iones se forman cuando los hidróxidos no metálicos se disuelven en agua?
2. Se tienen dos frascos que contienen disoluciones incoloras, una ácida y otra básica. ¿Qué ensayos usted realizaría para identificar cada disolución?
3. ¿Qué ensayo realizaría para comprobar el carácter ácido o básico de la saliva de su boca?
4. Investigue la importancia del control de la acidez de la orina para la salud del organismo humano.

Los hidrácidos

Otros ejemplos de disoluciones ácidas son las que se producen cuando se disuelve en agua un compuesto binario hidrogenado de los elementos del

grupo VIA y VIIA de la Tabla Periódica. Estos compuestos son sustancias moleculares gaseosas a temperatura y presión ambiente. Ejemplo de ellos son los siguientes:

Nombre	Fórmula química	Tipo de enlace
Fluoruro de hidrógeno	HF	Los enlaces que unen al hidrógeno y al otro elemento no metálico son covalentes polares
Cloruro de hidrógeno	HCl	
Bromuro de hidrógeno	HBr	
Yoduro de hidrógeno	HI	
Sulfuro de hidrógeno	H ₂ S	

Al disolverse estos compuestos en agua producen disoluciones ácidas, las cuales se conocen con el nombre de *hidrácidos*. La presencia de los iones hidronio, H¹⁺(ac), en estas disoluciones puede detectarse mediante la coloración que toman los indicadores. Por ejemplo, al disolverse el cloruro de hidrógeno en agua se produce una disolución ácida llamada *ácido clorhídrico*. Al introducir el papel de tornasol azul en esta disolución este cambia a rojo.

En el proceso de disolución acuosa del cloruro de hidrógeno, las moléculas del agua interactúan con las moléculas del cloruro de hidrógeno. Producto de esta interacción se rompen los enlaces covalentes polares que unen los átomos en las moléculas de cloruro de hidrógeno y se producen los iones hidronio, H⁺ (ac), e iones cloruro, Cl⁻ (ac).

Otros ejemplos de hidrácidos son el ácido bromhídrico, HBr (ac); y el ácido sulfhídrico, H₂S (ac).

Al igual que los hidróxidos no metálicos, los compuestos binarios hidrogenados de los elementos de los grupos VIA y VIIA son ácidos, ya que al disolverse en agua se forman los iones negativos e iones hidronio.

Los hidrácidos son disoluciones ácidas que tienen las mismas propiedades ácidas que las disoluciones acuosas de los hidróxidos no metálicos. Para nombrar estas disoluciones se usa la palabra genérica *ácido* seguida del nombre del elemento no metálico terminado en *hídrico*. Por ejemplo: *ácido clorhídrico*, HCl (ac), *ácido yodhídrico*, HI (ac), etcétera.

TAREAS DE APRENDIZAJE

1. Compare los hidróxidos no metálicos y los compuestos binarios hidrogenados de los elementos de los grupos VIA y VIIA de la Tabla Periódica, teniendo en cuenta los aspectos siguientes:
 - a) composición, tipo de partículas y enlace químico que las une;
 - b) iones que se forman en el proceso de disolución;
 - c) propiedades de sus disoluciones acuosas.

2. ¿Qué coloración toman los indicadores fenolftaleína, tornasol y azul de bromotimol, al actuar sobre el ácido sulfhídrico?
3. Las paredes del estómago humano producen disolución de ácido clorhídrico. Investigue por qué es importante controlar la acidez que tenga esa disolución y las formas de hacerlo.

4.10 Reacción de las disoluciones ácidas con las disoluciones básicas y con los metales

Dos propiedades comunes de las disoluciones ácidas son las de reaccionar con las disoluciones básicas y con los metales.

Reacción de neutralización

Si se añade gota a gota ácido clorhídrico a un erlenmeyer que contiene una disolución acuosa de hidróxido de sodio, a la que previamente se le añadió bromotimol azul, y se agita constantemente hasta que se observe una coloración verde, la disolución resultante no es ni ácida ni básica, sino neutra. Se dice que ha ocurrido una neutralización.

La reacción ocurrida puede representarse por la ecuación química siguiente:



Más simplificada:



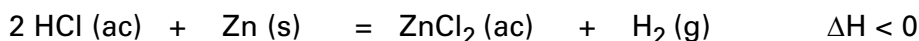
Las reacciones químicas donde los iones hidronio, H^+ (ac), reaccionan con los iones hidróxidos, OH^- (ac), formando agua, se denominan reacciones de neutralización.

Las reacciones químicas entre las disoluciones de un ácido y de un hidróxido metálico son reacciones de neutralización.

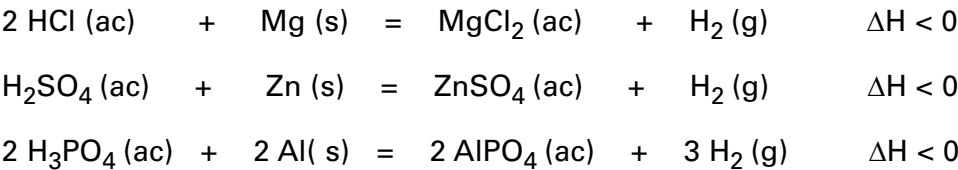
En las reacciones de neutralización no hay variación de los números de oxidación de los elementos, por lo que estas reacciones no son de oxidación-reducción. En todas ellas se desprende energía en forma de calor (reacciones exotérmicas).

Reacción de las disoluciones de los ácidos con los metales

El dihidrógeno puede obtenerse en el laboratorio por la reacción del ácido clorhídrico con el cinc. La reacción se representa por la ecuación química:



Si se cambia el cinc por otro metal como el magnesio, el aluminio o el hierro, también se produce dihidrógeno y la sal correspondiente. De la misma forma si se sustituye el ácido clorhídrico, por una disolución de ácido sulfúrico, ácido fosfórico u otra disolución ácida se obtiene un resultado semejante. Por ejemplo:



Los ácidos en disolución acuosa reaccionan con muchos metales produciendo dihidrógeno gaseoso y la sal correspondiente.

Las disoluciones acuosas de los ácidos reaccionan con los metales siempre que el elemento metálico sea más activo que el hidrógeno. En estos casos hay una transferencia de electrones del metal a los iones H¹⁺ (ac) presentes en la disolución. Esto explica la formación de los cationes metálicos y la del dihidrógeno gaseoso.

Es necesario conocer cuáles metales reaccionan con los cationes H¹⁺ (ac) de las disoluciones ácidas. Para ello se utiliza la serie de actividad de los metales (tabla 4.8), en la que los metales se encuentran colocados en orden decreciente de facilidad para perder electrones. Los que se encuentran antes del hidrógeno pueden reaccionar con las disoluciones ácidas formando dihidrógeno gaseoso, mientras que los que están después del hidrógeno, en el sentido de la flecha, no reaccionan.

Tabla 4.8 **Serie de actividad de los metales**

Reaccionan con las disoluciones de los ácidos, produciendo dihidrógeno y una sal	No producen desprendimiento de dihidrógeno con las disoluciones ácidas
Li, K, Ba, Sr, Ca, Na, Mg, Al, Zn, Cr, Fe, Ni, Pb,	H, Cu, Hg, Ag, Pt, Au

TAREAS DE APRENDIZAJE

1. Mencione cuatro propiedades comunes a las disoluciones ácidas.

2. ¿A qué se denominan reacciones de neutralización? Ponga ejemplos.

3. ¿Cuáles son los productos de la reacción que ocurre entre:

– una disolución ácida y una de un hidróxido metálico;

– una disolución ácida y un metal?

a) Clasifique estas reacciones atendiendo a la variación o no del número de oxidación.

4. Escriba la fórmula química de la sal que se produce en la reacción de:

- a) ácido clorhídrico con el magnesio;
- b) una disolución diluida de ácido sulfúrico con aluminio.

4.11 Aplicaciones de los hidróxidos metálicos. Aplicaciones de los ácidos y de sus disoluciones

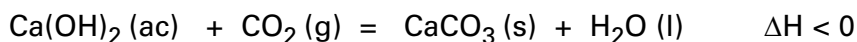
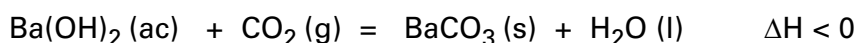
Los hidróxidos metálicos tienen gran aplicación en la industria, la vida y el laboratorio.

La propiedad de los álcalis de reaccionar con las proteínas es usada en la determinación del porcentaje de lana que posee un tejido. La lana, al igual que la seda, está formada por proteínas que se disuelven en disolución de hidróxido de sodio al 10 %. Si dicho tejido se hierve en esta disolución, se puede determinar si está constituido 100 % por lana, ya que cualquier cantidad de algodón que posea no se disuelve en el álcali.

Otros hidróxidos metálicos son utilizados en medicina cuando se necesita la presencia de un medio básico en el organismo para combatir la acidez estomacal. Por ejemplo, el hidróxido de aluminio se toma con este fin.

El hidróxido de calcio se emplea en la industria azucarera para controlar la acidez del guarapo y en la agricultura para variar el grado de acidez de los suelos.

Las disoluciones de hidróxido de bario (agua de barita) y de hidróxido de calcio (agua de cal) son utilizadas para la identificación del dióxido de carbono, debido a que dichas disoluciones reaccionan con este gas, produciendo un precipitado de carbonato de bario y carbonato de calcio, respectivamente:



El hidróxido de calcio es muy usado en la construcción, debido a que junto a la arena y el agua forma el llamado *mortero de cal*, que se utiliza para unir los ladrillos y bloques, y para repellar las paredes, entre otros usos. En el proceso de endurecimiento el hidróxido de calcio se aglutina con los granos de arena y más tarde, por interacción con el dióxido de carbono del aire, se forma carbonato de calcio y agua. La ecuación que representa la reacción descrita quedó representada por la segunda ecuación de las presentadas anteriormente.

La suspensión de hidróxido de calcio (lechada de cal) es utilizada como pintura de poca duración. También es ampliamente usada en la industria química en muchos procesos industriales, por su bajo costo.

La propiedad que tienen los álcalis de reaccionar con las grasas es muy utilizada en la obtención de jabones. Tanto la sosa cáustica como la potasa cáustica se emplean en la fabricación de jabones, los cuales se obtienen

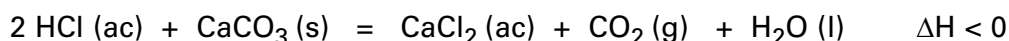
calentando las grasas con dichos hidróxidos. Los jabones obtenidos con el hidróxido de sodio son sólidos; mientras que los de hidróxido de potasio son líquidos.

De igual forma los ácidos tienen una gran aplicación en la industria. Se utilizan en la obtención de diversas sales, colorantes, medicamentos y otros productos de gran demanda.

Los ácidos sulfúrico y clorhídrico son usados en soldadura para eliminar las capas de óxido que tienen los metales antes de recubrirlos con otros metales. Esta propiedad de los ácidos de reaccionar con los óxidos metálicos se utiliza también en la limpieza de objetos de metal. Por ejemplo, una lámina de cobre recubierta de óxido de cobre (II) puede limpiarse introduciéndola en un recipiente con ácido clorhídrico:



En la industria azucarera, por ejemplo, como producto de la sedimentación de las sales disueltas en el agua, quedan incrustaciones de carbonatos en las paredes de las calderas de vapor y en las tuberías, las cuales se limpian con ácidos. Por ejemplo:



Otros ácidos son muy utilizados en la medicina. La aspirina (ácido acetilsalicílico) se utiliza como analgésico y anticoagulante.

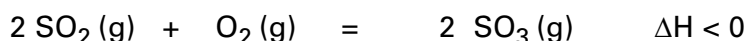
TAREAS DE APRENDIZAJE

1. Mencione dos aplicaciones de los hidróxidos de sodio, de potasio y de calcio, y diga en qué propiedades se basan.
2. ¿Podría utilizarse óxido de calcio en lugar de hidróxido de calcio para controlar la acidez del guarapo? ¿Por qué?
3. ¿En qué propiedad química de los ácidos se basa su aplicación en la limpieza de la superficie de los metales?
4. ¿Cómo pudieran eliminarse los carbonatos adheridos a la superficie de los recipientes de cocina donde se hierve el agua?

4.12 Los ácidos y el medio ambiente

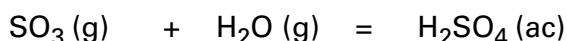
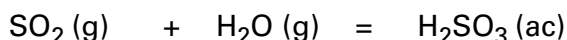
En la actualidad, en la generación de electricidad, en los automóviles, en muchas industrias y en la calefacción de muchos países fríos, se utilizan diversos combustibles que tienen un elevado contenido de impurezas de azufre. Producto de esta combustión pasa a formar parte de la atmósfera gran cantidad de dióxido de azufre, SO_2 .

El dióxido de azufre, en presencia de las partículas de polvo presentes en el aire, se oxida y produce el trióxido de azufre:



También, como producto de la combustión interna de los motores se obtiene el monóxido de nitrógeno, NO, que por oxidación se convierte en dióxido de nitrógeno, NO₂.

Así, en las grandes regiones industriales en la atmósfera existe gran cantidad de SO₂, SO₃ y NO₂, que al ponerse en contacto con el agua de la atmósfera producen las disoluciones ácidas siguientes:



El HNO₂ se descompone en NO y H₂O, por lo que la reacción puede representarse por:



Estos ácidos son los responsables de las llamadas “lluvias ácidas” que pueden caer en áreas muy lejanas de donde se forman. Las lluvias ácidas queman las hojas de los árboles, hacen estériles los suelos de los bosques y deterioran monumentos, muchos de los cuales a inicios de este siglo se encontraban en perfecto estado; por ejemplo: el Partenón griego, el Coliseo, y los palacios venecianos en Italia. El control riguroso de la emanación de estos gases a la atmósfera, y por tanto de las lluvias ácidas, es una necesidad no solamente económica y cultural, sino también vital para el hombre, por cuanto estos gases pueden afectar su salud.

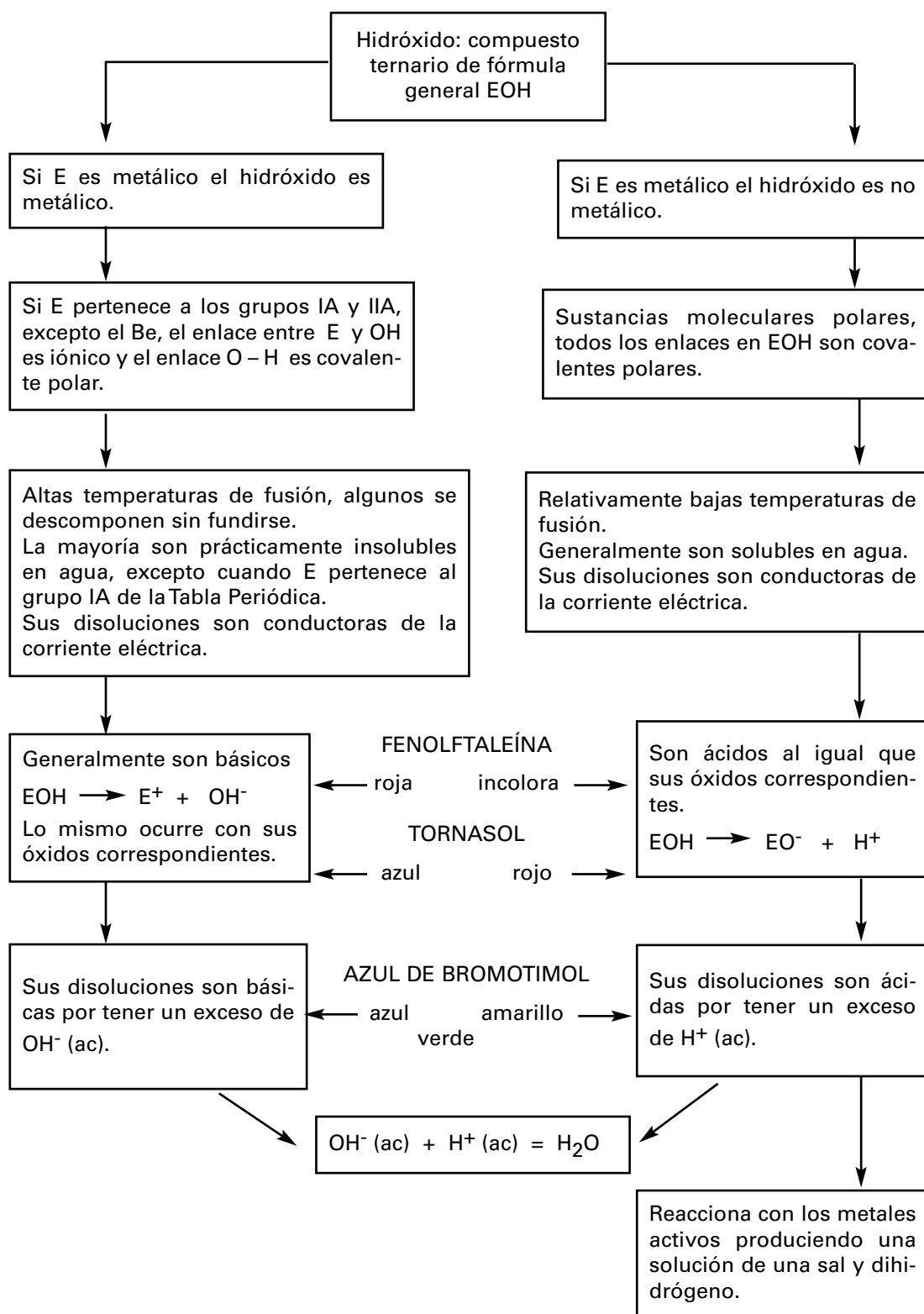
TAREAS DE APRENDIZAJE

1. Describa el efecto de las lluvias ácidas sobre el medio ambiente.
2. Investigue acerca de las medidas que pueden ser aplicadas para evitar la producción de las lluvias ácidas.

4.13 Comparación entre la relación estructura-propiedad de los hidróxidos metálicos y los hidróxidos no metálicos

A continuación presentamos un esquema que resume las principales propiedades de los hidróxidos, tanto metálicos como no metálicos.

Para explicar el comportamiento de estas sustancias se requiere del estudio de su estructura, a partir de la cual se analiza la composición de cada hidróxido, el tipo de partícula que lo integra, así como su ordenamiento y el enlace químico que une dichas partículas.



CAPÍTULO 5

Electromagnetismo

5.1 Introducción al magnetismo. Características de las interacciones magnéticas

El magnetismo surgió de observar que las piedras (magnetita) atraen pedazos de hierro. Estas pueden hallarse en la región de Magnesia, Asia Menor. Se dice que el pastor Magnes, en el Monte Ida (isla de Creta), fue atraído hacia el suelo por su bastón y los clavos de sus sandalias; al remover el suelo, descubrió una piedra (magnetita) que atraía al hierro.

Otro imán, como la magnetita, es el planeta Tierra, cuya acción sobre la aguja magnética de una brújula se conoce desde la antigüedad, al igual que usar una piedra imán como brújula. A principios del siglo XII, un autor chino señaló que una aguja frotada con una piedra imán y suspendida, giraba señalando al sur. Lo anterior evidencia que se puede imanar un trozo de hierro con una piedra imán y usarla como brújula.

A inicios del siglo XVIII, los científicos intentaban encontrar una relación entre magnetismo y electricidad. Franklin trató de magnetizar una aguja por medio de una descarga eléctrica. En 1805 dos investigadores franceses trataron de determinar si una pila voltaica suspendida libremente se orientaba en alguna dirección respecto a la Tierra; en 1807, Hans Christian Oersted (1777-1851) investigó los efectos de la electricidad sobre la aguja magnética de una brújula y en 1820 publicó los resultados de sus experimentos, con los que demostró que la aguja magnética estaba sujeta a fuerzas en presencia de un alambre, con corriente, que cerraba un circuito. Se comprobó, además, que el efecto magnético de la corriente inducía magnetismo en el hierro como lo hace un imán. Con el descubrimiento de Oersted se cuestiona si un cuerpo eléctricamente cargado viajando a diferentes velocidades era análogo a la corriente en un alambre y si eran iguales los efectos magnéticos. Faraday (1838) considera que una esfera electrificada al moverse en cualquier dirección producía efectos como si existiera una corriente en esa dirección, con lo que Maxwell coincidió.

De acuerdo con la tercera ley de Newton, Oersted señala que no era difícil prever que un alambre portador de corriente debía ser movido por un imán, por lo que un alambre movable y portador de corriente debe presentar la acción de una fuerza cuando se coloca cerca de un imán. Oersted, Faraday y otros lo verificaron y determinaron la dirección de la fuerza. Otra consecuencia del experi-

mento de Oersted es que por dos conductores por los que circulan corrientes ejercen fuerzas uno sobre el otro, ya que el efecto magnético producido por uno interacciona con la corriente del otro, y viceversa. Ampere realizó experimentos y determinó que dos alambres paralelos por los que circulan corrientes en igual sentido se atraen, y viceversa (figura 5.1).

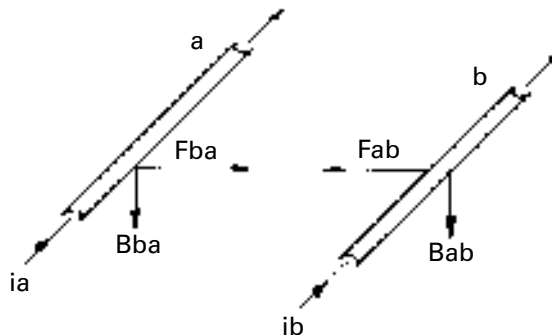


Fig. 5.1 Representación esquemática del experimento de Ampere.

La atracción y repulsión entre imanes (polos iguales se repelen y diferentes se atraen) y conductores portadores de corriente eléctrica se hace mediante un campo magnético que ellos portan en su vecindad, campo definido por la magnitud inducción magnética (B).

TAREAS DE APRENDIZAJE

1. Una corriente eléctrica tiene efectos magnéticos sobre la aguja de una brújula. Investigue si no podría obtenerse corriente mediante el movimiento de un imán.
2. Fundamente que la interacción entre conductores por los que circule corriente es esencialmente magnética y no electrostática.
3. Busque datos biográficos de Ampere y resuma sus aportes fundamentales a la ciencia.

5.2 Líneas de inducción del campo magnético

Las líneas de campo magnéticas producidas por corrientes son cerradas (ni principio ni fin) alrededor de los cables que las transportan. En los imanes comienzan y terminan en la superficie de estos, y siempre parten de un polo norte y terminan en un polo sur (figura 5.2). El campo magnético se relaciona con sus líneas de inducción de la siguiente manera: la tangente a un punto de una línea de inducción da la dirección del campo magnético (B) en ese punto y el número de líneas de inducción por unidad de área de sección transversal es proporcional a la magnitud de B . Donde las líneas están muy cerca B es grande y donde están muy separadas B es pequeña. La forma en que la dirección y sentido del campo se relaciona con la corriente se determina mediante la regla

de la mano derecha. Esta se coloca con el pulgar en la dirección y sentido de la corriente; el resto de los dedos curvados rodeando el alambre señalan el sentido del campo y, si se quiere determinar la dirección de la fuerza magnética que actúa sobre un conductor con corriente, se extienden los dedos de la mano derecha en dirección de la corriente, por el dorso de la mano entra el campo magnético y el pulgar señala la dirección de la fuerza.

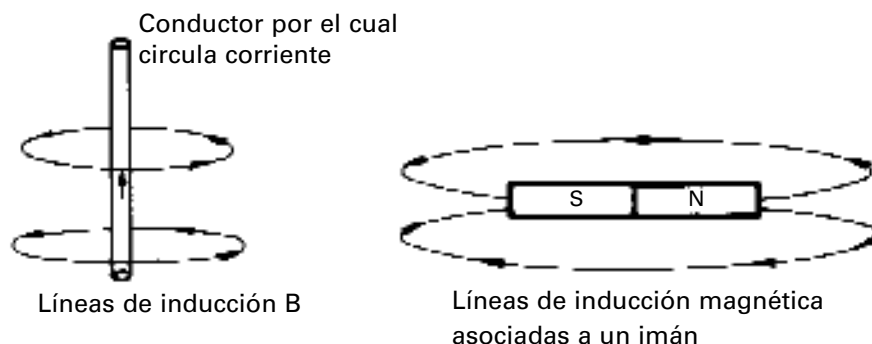


Fig. 5.2 Líneas de inducción magnética.

TAREAS DE APRENDIZAJE

1. ¿Cómo deben dibujarse las líneas de inducción en una espira con corriente?
2. Riegue limaduras de hierro sobre una cartulina colocada encima de un imán recto y repita la experiencia, pero esta vez con un imán en forma de herradura. A partir de lo anterior determine cómo serían las líneas del campo magnético en estos imanes.
3. Compare las líneas de fuerza eléctrica con las de inducción magnética.
4. Diseñe un experimento que demuestre que el campo magnético de un imán se manifiesta en cualquier medio o sustancia, y que el campo electrostático de una varilla cargada, no.

5.3 Los imanes. Magnetización

Los imanes más comunes son el de herradura y el recto, que atraen más fuertemente las limaduras de hierro cerca de los extremos (polos magnéticos) (figura 5.3). Los imanes pueden hacerse de una aleación de aluminio, cobalto, níquel y hierro, los que pueden levantar objetos cientos de veces más pesados que ellos.

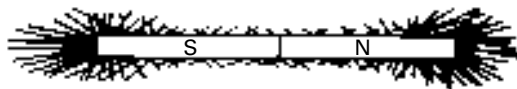


Fig. 5.3 Polos magnéticos.

El hierro puro (hierro dulce) no conserva el magnetismo y es inútil para la fabricación de imanes permanentes, pero se usa en la construcción de electroimanes. De las aplicaciones de los imanes permanentes se tienen la brújula, el

receptor telefónico, las bocinas de radio, etcétera. Hay metales que son atraídos débilmente por un imán, pero la mayoría de las sustancias (aluminio, cobre, plata, oro, madera, vidrio y papel) no sufren ningún efecto apreciable. Entre las sustancias atraídas débilmente, el níquel y el cobalto son las más importantes, y que son metales en aleación con otros, y manifiestan una susceptibilidad magnética más elevada que el hierro o el acero.

Un imán suspendido por un hilo queda en reposo en una posición cercana a la dirección Norte-Sur. El extremo que señala al norte se llama polo Norte, y el otro, polo Sur.

Cuando se acerca un imán a una pieza de hierro dulce, este adquiere propiedades de un nuevo imán, mediante el fenómeno llamado magnetización, y puede atraer limaduras de hierro con su extremo; pero si se retira el imán permanente, el hierro pierde su magnetismo de inmediato. Si se acerca un clavo de hierro al polo norte de un imán, se magnetizará con un polo sur en el punto de contacto y uno norte en el otro extremo. El clavo magnetizado puede atraer a otros y magnetizarlos también. Lo anterior se explica considerando que una porción de hierro consiste en millares de pequeñísimos imanes elementales. Estos pueden consistir en átomos o moléculas individuales o en grupos de átomos alineados para formar cristales elementales de hierro. Estos imanes están orientados de forma arbitraria en el metal. Al tiempo que se está magnetizando, giran para alinearse paralelos entre sí y al campo magnetizante. Una vez alineados, los pequeños polos N y S quedan adyacentes y anulan el efecto que tendrían sobre los objetos exteriores. En un extremo habrá muchos polos N y en el extremo opuesto habrá un número igual de polos S libres. Cuando se magnetiza el hierro dulce, y se aleja después el imán permanente, los imanes elementales regresan a su posición desordenada; no ocurre lo mismo con el acero templado (figura 5.4).

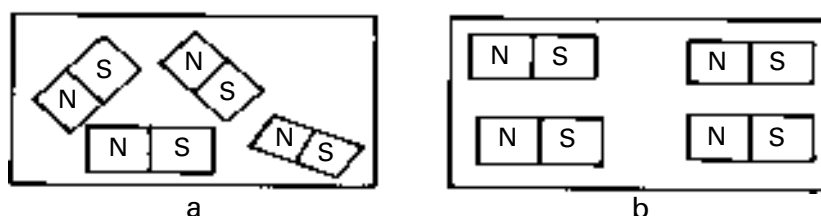


Fig. 5.4 Magnetización: a, del hierro dulce; b, del acero templado.

TAREAS DE APRENDIZAJE

1. Se tienen dos barras de metales iguales: una magnetizada y la otra no. Determine cuál es la magnetizada. Use más de una vía para determinarlo.
2. ¿Qué sucede si se fragmenta un imán con el fin de separar sus polos?
3. ¿Es la interacción entre dos imanes una acción unilateral o una acción mutua entre los mismos?
4. Redacte un resumen acerca de las aplicaciones del magnetismo en la tecnología, la medicina y la vida en general.
5. ¿Por qué son imantados los extremos de algunas tijeras y destornilladores?
6. ¿En qué consiste el ferromagnetismo y qué materiales pueden considerarse ferromagnéticos?

5.4 El campo magnético de la Tierra

Para William Gilbert la Tierra era un imán. Para probarlo modeló una piedra imán en forma esférica, y demostró que una pequeña brújula colocada en cualquier punto de este globo, señalaba en una dirección igual a la que señala en la Tierra, hacia el polo norte. Los polos magnéticos de la Tierra no coinciden con los polos Norte y Sur geográficos. Los últimos son puntos situados en el eje de rotación de la Tierra. El polo sur magnético está en el norte de Canadá, en la Isla del Príncipe de Gales, a $72^{\circ} 35'$ de latitud norte y a 105° de longitud oeste; mientras que el polo norte magnético se encuentra en el hemisferio sur, a $73^{\circ} 35'$ de latitud sur y a 150° de longitud este, en la Antártida. Acerca de la causa del magnetismo de la Tierra se tiene que esta contiene grandes depósitos de minerales de hierro casi puro, que en épocas pasadas se magnetizaban gradualmente, casi con la misma orientación, y todos actuaban como si fueran un gran imán permanente. Otra teoría dice que el magnetismo se debe a las grandes corrientes eléctricas que fluyen en torno a la Tierra, tanto en la corteza terrestre como en la atmósfera. Otros plantean que el campo magnético de la Tierra se forma según el principio de dínamo. Un 95 % de ello se produce en el interior de la Tierra por movimientos de materia eléctrica conductible en el núcleo líquido exterior en más de 2 900 km de profundidad y se extiende hasta el espacio. Los estudios realizados por el Sputnik III, detectaron el campo magnético de la Tierra a más de 100 000 km.

En íntima relación con el magnetismo terrestre está la producción de auroras polares, llamadas auroras boreales si ocurren en las altas latitudes del hemisferio Norte y australes si ocurren en el hemisferio Sur. La causa de las auroras polares es el paso de una corriente de electrones de origen solar a través de la ionosfera. Al chocar estos con los átomos del aire enrarecido producen el resplandor, de la misma manera a como se produce en las lámparas fluorescentes, al pasar la corriente eléctrica por un tubo en el que hay un gas sumamente enrarecido. Estas auroras se observan en las altas latitudes, donde se encuentran los dos polos magnéticos de la Tierra, alrededor de los cuales se produce ese choque de iones solares.

Existen ciertos animales (pájaros, abejas, reptiles, mariposas, peces, murciélagos, ballenas, colibacilos) que disponen de microcristales de magnetita en su cuerpo, que les permiten orientarse y navegar en el campo magnético de la Tierra. En las abejas los microcristales están en la parte delantera del abdomen, en la paloma mensajera en los músculos del cuello, en los cetáceos (ballenas, delfines) en la parte delantera de la cabeza. En el hombre se han encontrado también partículas magnéticas en la zona de la nariz, de ahí que algunos puedan sentir el campo magnético. Esto explica por qué ciertos hombres armados con varillas de mimbre o de metal detectan aguas subterráneas y cuerpos minerales bajo el suelo.

TAREAS DE APRENDIZAJE

1. Tome una brújula y determine los puntos cardinales. Investigue qué otras maneras existen para determinar los mismos en ausencia de la brújula.
2. Frote una aguja de coser con un imán y describa qué sucede con la misma.

3. ¿En qué zonas de la Tierra es mayor y menor su campo magnético?
4. Mediante una brújula, localice la dirección norte de la Tierra. Identifique los polos norte y sur de la aguja magnética. Utilice la brújula o aguja magnética para identificar los polos norte y sur de un imán.
5. Investigue la causa del suicidio masivo de ballenas y delfines en las costas.

5.5 Inducción electromagnética

Los conductores por los cuales circula corriente están rodeados por un campo magnético. Faraday pensó y demostró, en 1831, que se podía obtener corriente inducida en un conductor expuesto a un campo magnético. Uno de sus experimentos constó de dos bobinas (una A conectada a la fuente y la otra B al galvanómetro), insertadas una dentro de la otra. Al circular corriente por A, aparece un pulso de corriente en el galvanómetro, que desaparece al abrirse el interruptor. Los pulsos de corriente son inducidos en B solamente cuando el campo del solenoide A está aumentando o disminuyendo (figura 5.5).

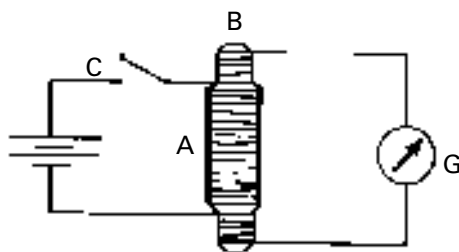


Fig. 5.5 Esquema del experimento de Faraday.

En sus experimentos, siempre el campo magnético pasa a través de una bobina o solenoide conectada a un galvanómetro y la corriente fluye en este segundo circuito cuando el campo magnético dirigido a lo largo de su eje es aumentado o disminuido. De una forma más sencilla se explica el fenómeno descrito con el siguiente experimento. Se toma un imán y una bobina conectada a un galvanómetro (figura 5.6); mientras el imán se mueve a través de la misma, el galvanómetro se desvía, poniendo de manifiesto que está pasando una corriente por la bobina. Si el imán está fijo respecto a la bobina, el galvanómetro no se desvía; si se mueve alejándose de la bobina, el galvanómetro se desvía en sentido contrario, lo que quiere decir que la corriente en la bobina está en sentido contrario. Si se usa el extremo del polo sur del imán en vez del extremo del polo norte, el experimento resulta igual que antes, pero las desviaciones son al contrario. Otros experimentos demuestran que lo que importa es el movimiento relativo del imán y de la bobina. Un fenómeno similar ocurre cuando dos bobinas se colocan cercanas y en reposo una con respecto a la otra (figura 5.7). Cuando se cierra el interruptor (ver figura 5.7), se produce una corriente en la bobina de la izquierda y el galvanómetro se desvía; cuando se abre el interruptor, el galvanómetro nuevamente se desvía, pero en sentido contrario.

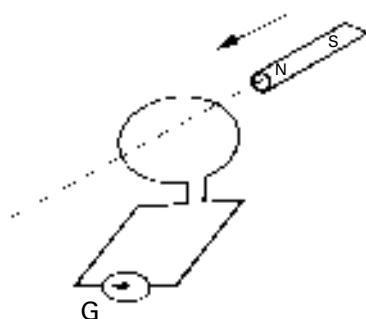


Fig. 5.6 Comportamiento de la corriente inducida en una bobina cercana a un imán, conectada a un galvanómetro.

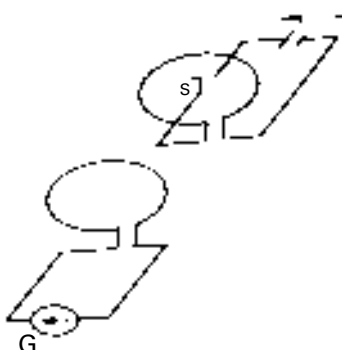


Fig. 5.7 Comportamiento de la corriente inducida en las bobinas cercanas entre sí, una de las cuales está conectada a un galvanómetro.

Lo importante es la rapidez con que cambia la corriente y no su magnitud. La corriente surgida se llama *corriente inducida*. Lo importante en los experimentos es la variación del campo magnético en el tiempo que atraviesa un área limitada de una espira, solenoide, etcétera. Cuando cambia el campo magnético (número de líneas de inducción magnética) que atraviesa el área limitada por un conductor cerrado (espira, solenoide, etc.), en este surge una corriente eléctrica. A mayor rapidez con que varía el campo magnético, mayor intensidad de la corriente inducida. La corriente inducida aparece en el conductor a causa de un campo eléctrico y este es originado por las variaciones del campo magnético. Un campo magnético variable origina uno eléctrico a su alrededor, haya o no espira o bobina situada en dicho campo. Estas solo son detectores del campo eléctrico inducido, el cual se diferencia del campo electrostático en las líneas de fuerza, ya que las del inducido son líneas de fuerza que circulan de una manera análoga a la circulación del campo magnético alrededor de un conductor portador de una corriente.

La ley de inducción de Faraday constituye la base del funcionamiento de dispositivos y procesos: generadores eléctricos, transformadores, y otros. Apoyándose en el efecto magnético de la corriente eléctrica trabajan el motor, el relé, las bocinas, y las cintas o disquetes de grabación. La generación y la transmisión de las ondas de radio y televisión también se basan en la relación entre la electricidad y el magnetismo, al igual que los electroimanes, que tienen gran uso en la industria de la chatarra. La dinamo de una bicicleta también se basa en la ley de inducción; en este hay una bobina enrollada en forma rectangular alrededor de un material ferromagnético. La bobina se sitúa en el campo magnético de un imán permanente, de modo que al girar varía la cantidad de

dicho campo que la atraviesa. La potencia de la dinamo (rapidez con que transforma energía mecánica en eléctrica) depende de la intensidad del campo magnético y de la rapidez con que giran sus espiras. En las plantas termoeléctricas, hidroeléctricas y eólicas, el principio básico utilizado es el de la dinamo: transformar energía mecánica en eléctrica, haciendo rotar en un campo magnético una armadura con espiras.

TAREAS DE APRENDIZAJE

1. Esclarezca el significado con que se emplea en la vida cotidiana el término "inducir" y su relación con la interpretación que se da en la física.
2. Describa las transformaciones de energía que tienen lugar en una dinamo de bicicleta, una planta hidroeléctrica, en una termoeléctrica y en una eólica.
3. ¿Cuál es el principio de funcionamiento del relé, motor eléctrico (corriente directa), bocina electrodinámica y transformador?
4. ¿En qué consiste el medidor electromagnético del flujo sanguíneo?
5. ¿Por qué al aumentar la velocidad de una bicicleta aumenta la intensidad del bombillo del farol de la misma?

5.6 Efectos sobre el ser humano y los animales de la energía electromagnética

El campo magnético se genera por la Tierra, las tormentas y cambios solares en el tiempo, los dispositivos eléctricos, e incluso en el cuerpo humano se genera por reacciones químicas en las células y las corrientes iónicas en el sistema nervioso, por lo que el uso de imanes y dispositivos eléctricos tiene aplicación médica.

El equipo de resonancia magnética está sustituyendo el diagnóstico de la radiografía, al ser más seguro y exacto; y la magnetoencefalografía lo hace con la electroencefalografía, por la misma razón. La terapia del campo magnético se utiliza en el tratamiento del cáncer, reumatismo, dolor de cabeza y jaqueca, problemas de desórdenes del sueño e insomnio, fracturas, dolores circulatorios y tensión ambiental.

El potencial curativo de los magnetos se debe a que el sistema nervioso es gobernado, en parte, por patrones variantes de corrientes iónicas y campos electromagnéticos, los que pueden estimular el metabolismo y aumentar la cantidad de oxígeno disponible para las células. El polo negativo tiene efecto calmante y ayuda a normalizar funciones metabólicas; el polo positivo tiene efecto estresante, y puede interferir con el funcionamiento metabólico, produciendo acidez y reduciendo el abastecimiento de oxígeno en las células. Pequeños magnetos logran estimular puntos de acupuntura y eliminan dolores dentales, enfermedades periodontales, y erradican infecciones por hongos como la candidiasis. Piedras de riñón y depósitos de calcio en tejidos han sido disueltos, se reduce la hinchazón, los síntomas de la arteriosclerosis cardíaca y cerebral.

TAREA DE APRENDIZAJE

1. Elabore un resumen de las principales aplicaciones de la energía electromagnética para la salud del ser humano y los animales.

5.7 Ondas electromagnéticas

En una antena transmisora de radio y televisión se hace que los electrones oscilen con determinada frecuencia y estas oscilaciones se repiten en la antena receptora. Para que los electrones oscilen en la antena transmisora se requiere un campo eléctrico oscilatorio, y las oscilaciones de corriente eléctrica representadas por este movimiento de electrones producen a su alrededor un campo magnético oscilatorio que, de acuerdo con la ley de inducción de Faraday, genera, a su vez, un campo eléctrico igualmente oscilatorio. El proceso completo se sintetiza del modo siguiente:

Campo eléctrico oscilatorio $\longrightarrow$ Campo magnético oscilatorio $\longrightarrow$ Campo eléctrico oscilatorio

Lo anterior se repite continuamente a través del espacio y a esta propagación de las oscilaciones de los campos eléctricos y magnéticos se le denomina onda electromagnética. La velocidad de propagación en el aire es de 300 000 km/s. Estas ondas se clasifican por rangos de frecuencias y en orden creciente se tienen: ondas de radio, de baja y alta frecuencia; ondas de FM y de televisión; microondas; radiación infrarroja; luz visible; radiación ultravioleta; rayos X y rayos gamma. Lo anterior constituye el espectro de ondas electromagnéticas. Alrededor de 1880, las únicas conocidas eran la luz visible, la infrarroja y la ultravioleta. En esa década Hertz produjo las ondas de radio. Los rayos X fueron descubiertos en 1895; los gamma se detectaron por primera vez como emisiones de sustancias radioactivas naturales (uranio, radio, entre otras).

TAREAS DE APRENDIZAJE

1. Mencione algunas razones por las que la amplitud de las ondas generadas en una antena transmisora de radio o televisión se atenúen durante su propagación.
2. Describa algunos efectos provocados por ondas electromagnéticas de distintas frecuencias.

CAPÍTULO 6

La Ley Periódica. Sistematización

Desde 8vo. grado la Tabla Periódica ha sido utilizada con mucha frecuencia como tabla de datos. En ella se representan los símbolos de todos los elementos químicos conocidos hasta la actualidad. ¿Qué científicos trabajaron en el ordenamiento de los elementos químicos en dicha tabla? ¿Cuál es la base científica para la ubicación de los elementos químicos?

La Tabla Periódica es la representación gráfica de la ley fundamental de la química y de las más importantes de la naturaleza: la *Ley Periódica*. Su descubrimiento constituyó una verdadera revolución en la química y en sentido general en las ciencias naturales, ya que permitió ordenar y sistematizar los conocimientos acumulados hasta ese momento acerca de los elementos químicos, sus sustancias simples y compuestas.

6.1 La Tabla Periódica. La estructura del átomo y de las sustancias simples

En la Tabla Periódica se representan los símbolos de los elementos químicos dispuestos en orden creciente de los números atómicos de estos últimos. La misma está estructurada en grupos (disposición vertical de los símbolos químicos) y períodos (disposición horizontal de los símbolos químicos).

Al analizar las estructuras electrónicas de los átomos de los elementos químicos dispuestos en orden creciente de sus números atómicos, se hace evidente una importante regularidad: *después de cierto número de elementos químicos ocurre una repetición periódica de estructuras electrónicas semejantes, fundamentalmente de las capas o los niveles más externos.*

En dependencia de las características de las estructuras electrónicas de sus átomos, los elementos químicos se ubican en distintos grupos y períodos. De esta forma, en cada período se encuentran los elementos cuyos átomos tienen igual número de niveles de energía y en cada grupo los de estructuras electrónicas semejantes. Para los grupos designados con la letra A el número del grupo coincide con el número de electrones del último nivel. Los átomos de los elementos de los grupos designados con la letra B, tienen en su mayoría dos electrones en su último nivel. El número del período coincide con el número de niveles de energía de los átomos de los elementos comprendidos en dicho período.

Un análisis comparativo del *tamaño de los átomos* de los distintos elementos químicos de la Tabla Periódica, comprueba que, por lo general, en un mismo

período este disminuye, mientras que en un grupo aumenta. ¿Por qué ocurre esta variación?

En un mismo grupo, el número de niveles de energía de los átomos aumenta de un elemento a otro, lo que determina un aumento del volumen de los átomos. Sin embargo, en un período, aunque el número de niveles de energía de los átomos es el mismo, el aumento de la carga nuclear provoca que los electrones se atraigan con mayor fuerza, se acerquen más al núcleo y se reduzca el volumen de los átomos. *La causa de la variación en el tamaño de los átomos se encuentra en su estructura atómica.*

Mediante un análisis de la variación de las *estructuras de las sustancias simples* de los elementos químicos respecto al aumento del número atómico en un período de la Tabla Periódica se llega a la regularidad siguiente: los elementos químicos cuyas sustancias simples presentan redes cristalinas atómicas con enlace metálico se encuentran situados al inicio de cada período (excepto en el primero); por ejemplo, en el tercer período: sodio, magnesio y aluminio. Aparecen elementos cuyas sustancias simples presentan redes cristalinas atómicas con enlace covalente, en este caso, el silicio. Al final se encuentran los elementos cuyas sustancias simples son moleculares: el tetrafósforo, el octazufre y el dicloro. Esta secuencia en las estructuras de las sustancias simples se repite de un período a otro.

Sustancias atómicas con enlace metálico

Los átomos de los elementos metálicos tienen pocos electrones en su nivel de energía más externo y son los de mayor tamaño en cada período. Por esta razón, *en sus reacciones químicas los metales pierden electrones con relativa facilidad, es decir, se oxidan.*

En las sustancias simples de los elementos metálicos los electrones del enlace son atraídos simultáneamente por varios núcleos y pueden moverse en todo el cristal. Esta movilidad de los electrones permite la unión de los átomos en el cristal y constituye la causa fundamental de la alta conductividad térmica y eléctrica de estas sustancias. Este es el llamado *enlace metálico*.

Sustancias atómicas con enlace covalente

Los átomos de los elementos químicos cuyas sustancias simples forman redes cristalinas atómicas con enlace covalente, tienen por lo general cuatro o más electrones en su último nivel de energía. En estas sustancias los átomos se unen por medio de fuertes enlaces covalentes, en los cuales los electrones son atraídos simultáneamente por los dos núcleos de los átomos que los comparten. Es por ello que la movilidad electrónica generalmente ocurre con mayor probabilidad en la zona del enlace, lo cual justifica que la conductividad eléctrica de estas sustancias sea mucho menor que la de los metales.

Sustancias moleculares

Los átomos de los elementos químicos cuyas sustancias simples están formadas por moléculas tienen 5, 6 o 7 electrones en su capa más externa. En estado sólido, estas sustancias forman redes cristalinas moleculares. Entre las moléculas actúan fuerzas atractivas (intermoleculares) mucho más débiles que los fuertes enlaces covalentes que unen a los átomos en cada una de las moléculas.

las. Los electrones del enlace covalente entre los átomos de las moléculas no se desplazan por el cristal, por lo que estas sustancias no conducen la corriente eléctrica (dieléctricos) y son malas conductoras del calor.

En comparación con los átomos de los metales, los átomos de los no metales son de menor tamaño, por lo que atraen los electrones externos con mayor fuerza. Es por ello que en sus reacciones químicas los no metales, generalmente, ganan electrones, es decir, se reducen.

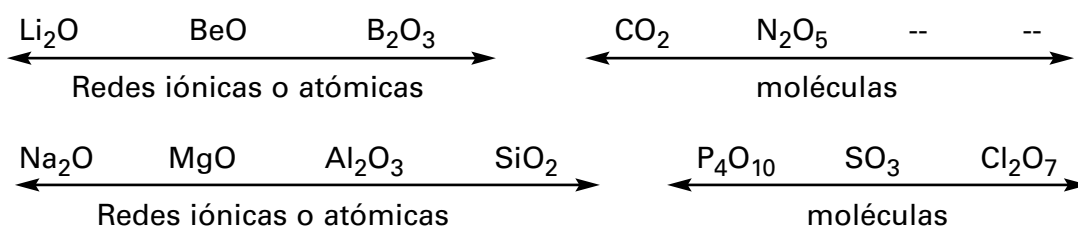
TAREAS DE APRENDIZAJE

1. Explique cómo varían las estructuras electrónicas de los átomos al disponer los elementos químicos en orden creciente de sus números atómicos en el período 2.
2. Sobre los átomos de los elementos del tercer período que a continuación se relacionan, conteste:
 - 1) II A,
 - 2) IV A,
 - 3) VII A.
 - a) ¿Cuántos electrones tienen en su último nivel de energía?
 - b) ¿Cuál de ellos presenta mayor tamaño del átomo? Argumente su selección.
3. Los átomos de los elementos Br, Ca y Ge tienen 7, 2 y 4 electrones en su cuarto y último nivel de energía, respectivamente. Señale cuál de las sustancias simples de estos elementos químicos presenta:
 - a) red atómica con enlaces covalentes,
 - b) mayor facilidad para perder electrones,
 - c) enlace metálico entre sus átomos,
 - d) menor conductividad eléctrica.

6.2 Estructura y propiedades ácido-base de los óxidos e hidróxidos de los elementos químicos

En la asignatura Ciencias Naturales se han estudiado diferentes tipos de sustancias inorgánicas, tanto simples como compuestas. Entre las sustancias compuestas estudiadas se encuentran los óxidos e hidróxidos.

Los óxidos e hidróxidos de los elementos metálicos de menor electronegatividad son sustancias con redes cristalinas constituidas por iones positivos de los metales (M^+ o M^{++}), iones óxidos (O^{2-}), o hidróxidos (OH^{1-}), que se unen entre sí por medio de enlaces iónicos que se extienden en todas direcciones. En la medida que aumenta la electronegatividad del elemento metálico que se une al oxígeno, el carácter iónico del enlace disminuye y las redes cristalinas están constituidas por átomos parcialmente cargados unidos entre sí por enlaces covalentes polares. Los óxidos e hidróxidos (oxácidos) de los elementos no metálicos más electronegativos son, por lo general, sustancias moleculares. Esta secuencia en las estructuras de los óxidos e hidróxidos se repite de un período a otro:



Una de las propiedades más importantes de este tipo de sustancia que permite comprender los procesos que ocurren en la naturaleza son las propiedades ácido-base, que pueden ser estudiadas experimentalmente al hacerlas reaccionar con otras sustancias. Sin embargo, a partir del análisis de las características de sus estructuras se puede predecir el comportamiento ácido-base de las mismas. De esta manera se llega a concluir que en un período de la Tabla Periódica, en la medida que aumenta el número atómico disminuyen las propiedades básicas de los óxidos e hidróxidos y se intensifican las propiedades ácidas. Las propiedades ácido-base de los óxidos e hidróxidos de los elementos químicos varían periódicamente con el aumento del número atómico.

A partir del análisis realizado se puede concluir que *la variación periódica de la estructura de los átomos de los elementos químicos influye directamente en las propiedades de las sustancias, tanto simples como compuestas.*

TAREAS DE APRENDIZAJE

1. Describa la estructura y las propiedades ácido-base del óxido e hidróxido del elemento químico situado en el grupo II A, período 4 de la Tabla Periódica.
2. ¿Qué variación presentan las propiedades ácido-base de los óxidos e hidróxidos de los elementos químicos en los grupos A de un mismo período de la Tabla Periódica?

6.3 La Ley Periódica. Historia de su descubrimiento: una hazaña científica

El estudio comparativo de la estructura y propiedades de las sustancias simples y compuestas de los elementos químicos, revela una importante generalización conocida como Ley Periódica. La misma queda enunciada de la forma siguiente: *las propiedades de los elementos químicos, de sus sustancias simples, así como la composición y las propiedades de sus compuestos se encuentran en dependencia periódica de sus números atómicos.*

Esta ley fue descubierta por el profesor y científico ruso Dimitri Ivanovich Mendeleiev, en 1869. En el momento de su descubrimiento no se conocía la estructura compleja del átomo, por lo que Mendeleiev enunció la ley sobre la base de las masas atómicas. Este descubrimiento permitió explicar con claridad por qué las propiedades varían periódicamente, pudiéndose determinar que *la causa de la periodicidad de las propiedades se encuentra en la repetición periódica de estructuras electrónicas semejantes, fundamentalmente la de las capas o niveles más externos de los átomos.*

Desde la antigüedad y durante siglos se acumularon conocimientos acerca de los elementos químicos y sus sustancias simples y compuestas. En la medida en que se iban descubriendo nuevos elementos químicos los científicos comenzaron a sentir la necesidad de clasificarlos, de organizar de alguna forma los conocimientos que se tenían sobre ellos.

La primera clasificación de los elementos químicos tuvo su base en las propiedades de sus sustancias simples y consistió en agruparlos en elementos metálicos y no metálicos. Posteriormente se realizaron otros intentos de clasificación (tabla 6.1), que permitieron concluir que los elementos químicos podían organizarse en familias naturales de elementos con propiedades semejantes; por ejemplo, los metales alcalinotérreos y los halógenos. Sin embargo, ninguna de las clasificaciones propuestas era satisfactoria.

Tabla 6.1 **Diferentes intentos de clasificación de los elementos químicos**

Fecha	Científico	País	Tipo de clasificación
1817	J. W. Döbereiner	Alemania	En grupos de tres elementos: “Ley de las triadas”
1862	A. B. Chancourtois	Francia	Colocaba los elementos en orden creciente de sus masas atómicas en una hélice arrollada sobre un cilindro vertical
1864	J. Newlands	Inglaterra	Dispuso los elementos en orden creciente de sus masas atómicas y enunció que el octavo elemento a partir de uno dado es una especie de repetición del primero: “Ley de las octavas”

Mendeleiev, a diferencia de algunos científicos que lo antecedieron, estaba convencido de que debía existir una relación lógica entre todos los elementos químicos, tanto entre los que presentaban propiedades semejantes (familias naturales) como entre los restantes. Su objetivo era hallar una regularidad que vinculara a todos los elementos en un sistema único.

Como base para su clasificación utilizó la masa atómica, que en esta época era considerada como la característica fundamental de los elementos químicos (hoy lo es su número atómico). Comparó las propiedades de los elementos, las sustancias simples y compuestas de las diferentes familias naturales, las colocó de manera que los elementos vecinos tuvieran valores semejantes de masas atómicas, fue añadiendo y completando hasta obtener una variante de la Tabla Periódica. La misma incluía todos los elementos químicos conocidos en aquel momento y se basa en la regularidad siguiente: las propiedades de los elementos químicos, de sus sustancias simples y compuestas, así como la composición y las propiedades de sus compuestos, se encuentran en dependencia periódica de sus pesos atómicos.

Teniendo en cuenta esta regularidad y para hacer coincidir las propiedades de los elementos químicos conocidos con la distribución creciente de sus masas atómicas, Mendeleiev estableció, con genial intuición, que faltaban por descubrirse ciertos elementos químicos, a los cuales corresponderían lugares por él señalados.

Para las sustancias simples de estos elementos Mendeleiev predijo sus propiedades físicas y químicas. Es particularmente asombrosa la similitud entre las pro-

propiedades predichas para el eka-silicio y las del germanio en 1871, encontradas más tarde por Winkler en 1886 al descubrir este elemento en Alemania (tabla 6.2), y que constituyeron la base más convincente para aceptar la Ley Periódica.

Tabla 6.2 **Resumen de las predicciones de Mendeleiev que corresponden al eka-silicio y las encontradas por Winkler para el Germanio**

Eka-silicio* (Es)	Germanio (Ge)
Masa atómica 72	Masa atómica 72,6
Densidad 5,5	Densidad 5,35
La sustancia simple será de color grisáceo y por calcinación dará un polvo blanco de fórmula EsO ₂	El germanio es de color blanco grisáceo y quemado al aire produce un polvo blanco de fórmula GeO ₂
Se puede obtener el eka-silicio por reducción del EsO ₂ con sodio	El germanio se obtiene por reducción del GeO ₂ con carbono
El EsO ₂ debe ser refractario, tendrá densidad 4,7 y será menos básico que el TiO ₂ y el SnO ₂ , pero más básico que el SiO ₂	El GeO ₂ es refractario, su densidad es 4,703 y tiene características básicas débiles
El tetracloruro de eka-silicio será un líquido de temperatura de ebullición cercana a 90 y densidad 1,9 a 0 °C	El GeCl ₄ es un líquido que hierve a 83 °C y su densidad a 20 °C es 1,887

* Aquellos lugares de la Tabla Periódica que Mendeleiev consideró como pertenecientes a elementos químicos no descubiertos aún, fueron “llenados” por él con el nombre del elemento conocido precedente, anteponiéndole el prefijo *eka*.

Mendeleiev también rectificó los valores de las masas atómicas de algunos elementos químicos, a partir de su sistema periódico. Por ejemplo, la masa atómica del cesio (Cs), antes del descubrimiento de la Ley Periódica, se consideraba que era de 123,4; pero cuando Mendeleiev lo situó, de acuerdo con sus propiedades, predijo que la masa atómica debía ser 130. Los cálculos posteriores arrojaron un valor de 132.

Cuando Mendeleiev publicó por primera vez su Tabla Periódica se conocían 63 elementos, y un año después de su muerte (1907) se contaban 86; actualmente se conocen 118. La rapidez de los descubrimientos ha sido posible gracias a la generalización más importante de la química: la *Ley Periódica*.

TAREA DE APRENDIZAJE

1. Le Verrier, astrónomo francés (1811-1877), calculó la órbita del planeta Neptuno sin estar descubierto aún. Federico Engels, al valorar el significado de la Ley Periódica dijo: “Mendeleiev realizó una proeza científica que se puede situar sin temor alguno junto al descubrimiento hecho por Le Verrier”. Argumente esta afirmación.

6.4 Sistematización de los contenidos químicos.

La estructura de las sustancias

Para el desarrollo de la humanidad la obtención de nuevas sustancias químicas constituye un objetivo de primer orden. En el caso específico de Cuba, esta dimensión de la producción material está encaminada actualmente a satisfacer las necesidades del pueblo y a sustituir importaciones.

El conocimiento de las características de la estructura de las sustancias es uno de los aspectos principales que ayuda a su obtención a partir de las materias primas disponibles. La composición, el tipo de partícula, su ordenamiento y el enlace químico que las une son características fundamentales de la estructura de las sustancias.

La composición está determinada por los elementos químicos y la proporción en que se encuentran en la sustancia. Por ejemplo, el trióxido de azufre (SO_3) y el dióxido de azufre (SO_2) son sustancias formadas por los mismos elementos químicos, pero la proporción en que se encuentran cada uno en estas es diferente, por lo tanto su composición también lo es y sus propiedades difieren notablemente. Atendiendo a su composición las sustancias pueden clasificarse en *simples* o *compuestas*. Entre estas últimas se han estudiado los *óxidos*, las *sales*, los *hidróxidos* y los *hidrácidos*.

Las muestras de sustancias son agregados de átomos, moléculas o iones de acuerdo con lo cual las sustancias pueden clasificarse en *atómicas*, *moleculares* o *iónicas*. La relación que se puede establecer entre las dos clasificaciones de las sustancias estudiadas referidas anteriormente se aprecia en la tabla 6.3.

Tabla 6.3 **Relación entre las diferentes clasificaciones de las sustancias**

Clasificación según su composición	Clasificación según el tipo de partícula	Ejemplos de sustancias
Simples	Atómicas	Todos los metales, algunos no metales como el carbono y el silicio
	Moleculares	No metales, tales como: Cl_2 , O_2 , N_2 , P_4 , S_8
Compuestas	Atómicas	SiO_2
	Moleculares	La mayoría de los óxidos no metálicos, los hidróxidos y algunos compuestos binarios hidrogenados; por ejemplo: CO_2 , SO_3 , NO_2 , H_2SO_4 , HNO_3 , H_3PO_4 , HCl , HI y H_2S
	Iónicas	Óxidos metálicos, sales e hidróxidos metálicos, tales como: Na_2O , CaO , NaCl , CaCl_2 , NaOH y Ca(OH)_2

Otro aspecto fundamental en el estudio de las sustancias lo constituye el tipo de enlace que mantiene unidos a los átomos de los elementos químicos que la forman (tabla 6.4).

Tabla 6.4 **Características de los tipos de enlaces químicos**

Enlace covalente	Enlace metálico	Enlace iónico
Atracción simultánea de los dos núcleos sobre los electrones compartidos por dos átomos	Atracción simultánea de los electrones del enlace por varios núcleos	Atracción entre iones en virtud de sus cargas eléctricas contrarias
El movimiento de los electrones es más probable en la zona próxima entre ambos núcleos	Relativa libertad de movimiento de los electrones de enlace en el cristal	No hay movimiento de electrones en el cristal
La interacción entre los electrones y los núcleos, solo actúa en la dirección entre ambos núcleos	Las interacciones entre los núcleos y los electrones de enlace actúan en todas direcciones	Las interacciones actúan en todas direcciones

También el tipo de partícula y las interacciones entre ellas influyen en algunas de las propiedades de las sustancias (tabla 6.5).

Tabla 6.5: **Tipos de sustancias y enlace químico**

Clasificación según el tipo de partícula	Atómicas		Moleculares	Iónicas
Tipo de enlace	Covalente	Metálico	Covalente e interacciones moleculares	Iónico
Temperatura de fusión	Relativamente altas	Variables	Relativamente bajas	Relativamente altas
Conductividad eléctrica	Aisladores o semiconductores	Conductores en estado sólido o fundidos	Aisladores en cualquier estado de agregación	Aisladores en estado sólido y conductores fundidos o en disolución acuosa
Propiedades mecánicas	Duras y frágiles	Dureza variable, dúctiles, maleables y tenaces	La dureza varía en dependencia de la fortaleza de las interacciones moleculares	Duras y frágiles

Las sustancias se identifican por sus nombres o fórmulas químicas. La forma de nombrarlas está sujeta a determinadas reglas establecidas por la Unión de Química Pura y Aplicada (IUPAC, siglas en inglés) que se agrupan en la denominación de nomenclatura química. De las fórmulas químicas se puede obtener información cuantitativa y cualitativa sobre las sustancias.

TAREAS DE APRENDIZAJE

1. ¿Conociendo el ordenamiento y el enlace químico, es suficiente para afirmar que se conocen las características fundamentales de la estructura de la sustancia? Fundamente.
2. Dadas las representaciones y nombres siguientes:
a) FeCl_2 (s) b) H_2SO_4 (l) c) ácido bromhídrico d) P_4O_{10} (s)
e) Ni (s) f) F_2 (g) g) $\text{Al}(\text{OH})_3$ (s) h) óxido de cobre (I)
i) sulfato de calcio j) hidróxido de potasio

Responda:

- Clasifique las sustancias a, b, e, f y g, según su composición, y nómbralas.
- Escriba las fórmulas químicas de las sustancias h, i y j.
- ¿Puede considerarse que c es una sustancia? Argumente su respuesta.
- ¿Qué propiedades ácido-base presentan las sustancias b, d, g y j?
- ¿Qué información cuantitativa se puede obtener de las fórmulas químicas a, b, d, e, f y g?
- Sobre la base de la estructura de las sustancias, explique la diferencia en el estado de agregación y la conductividad eléctrica de las sustancias e y f.

6.5 Sistematización de los contenidos químicos. La reacción química

Los conocimientos sobre la teoría atómico-molecular, abordados en el transcurso del estudio de la química como ciencia de la naturaleza, constituyen el punto de partida para el estudio de las sustancias y sus transformaciones. Es por ello que las aplicaciones de las diferentes sustancias dependen de sus propiedades, y estas a su vez de sus elementos estructurales. La única forma de verificar las propiedades de las sustancias es estudiándolas en sus reacciones químicas.

Las reacciones químicas son procesos en los cuales tienen lugar cambios estructurales como el rompimiento y la formación de nuevos enlaces químicos, que originan nuevas sustancias y siempre ocurren con absorción o desprendimiento de energía.

Durante las reacciones químicas se producen cambios apreciables a los que se les denomina manifestaciones de las reacciones. Estas son:

- a) Cambios de coloración.
- b) Aparición o desaparición de un sólido, un líquido o un gas.
- c) Cambios en la conductividad eléctrica de las sustancias o de sus disoluciones.
- d) Desprendimiento o absorción de energía.

De las manifestaciones planteadas, el desprendimiento o absorción de energía constituye un indicador común en todas las reacciones químicas, a causa de los cambios estructurales que se producen durante su ocurrencia, fundamentalmente el rompimiento y formación de enlaces químicos. El resto de las manifestaciones pueden presentarse o no, en dependencia de las propiedades de las sustancias que reaccionan o se forman.

Es importante conocer que pueden evidenciarse manifestaciones semejantes a las anteriores en otros procesos que ocurren en la naturaleza, las cuales no constituyen un indicador de ocurrencia de reacción química. Por ejemplo: el paso de la corriente eléctrica a través de la resistencia de una bombilla provoca el desprendimiento de luz y calor; al hervir el agua se produce una absorción de calor y se observa el desprendimiento de un gas (vapor de agua). Los ejemplos anteriores demuestran que la aparición de estas manifestaciones durante un proceso no es una condición suficiente para afirmar que ha ocurrido una reacción química.

En la naturaleza, no siempre las manifestaciones de ocurrencia de una reacción química se pueden apreciar con facilidad. ¿A qué se debe esto? Se debe a que las diferencias entre las propiedades de las sustancias reaccionantes y productos no son apreciables a simple vista; por ejemplo, en las reacciones de neutralización.

Otro aspecto lo constituye la velocidad con que ocurren los cambios estructurales durante la reacción química; por ejemplo: la maduración natural de una fruta o la corrosión de los metales son procesos que se producen con cierta lentitud. En los fenómenos biológicos, la velocidad con que ocurre una reacción química, constituye un aspecto fundamental en el estudio de procesos vitales que tienen lugar en animales y plantas; por ejemplo, la respiración y la fotosíntesis.

Las reacciones químicas ocurren con una rapidez apreciable bajo determinadas condiciones, entre las cuales se encuentran:

- a) La superficie de contacto entre las sustancias reaccionantes.
- b) La temperatura óptima para la ocurrencia de la reacción química.
- c) La concentración de las sustancias reaccionantes.

En los diferentes procesos y fenómenos que ocurren en la naturaleza y en los experimentos químicos que se desarrollan a escala industrial o de laboratorio es frecuente encontrar reacciones químicas que se producen con absorción o desprendimiento de energía en forma de calor. Esta manifestación hace posible que, sobre la base del criterio energético, las reacciones químicas se clasifiquen en exotérmicas o endotérmicas (tabla 6.6).

Tabla 6.6 **Clasificación de las reacciones químicas atendiendo al criterio energético**

Tipo de reacción	Manifestación	Ejemplos
Exotérmica	Desprendimiento de energía en forma de calor	$2\text{Na (s)} + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{NaOH (ac)} + \text{H}_2 \text{ (g)} \quad \Delta H < 0$ $\text{H}_2\text{SO}_4 \text{ (ac)} + 2\text{NaOH (ac)} = \text{Na}_2\text{SO}_4 \text{ (ac)} + 2\text{H}_2\text{O (l)} \quad \Delta H < 0$
Endotérmica	Absorción de energía en forma de calor	$\text{I}_2 \text{ (s)} + \text{H}_2 \text{ (g)} = 2\text{HI (g)} \quad \Delta H > 0$ $2\text{HCl (ac)} + \text{CaCO}_3 \text{ (s)} = \text{CaCl}_2 \text{ (ac)} + \text{CO}_2 \text{ (g)} + \text{H}_2\text{O (l)} \quad \Delta H > 0$

Otro criterio que se utiliza para la clasificación de las reacciones químicas es la variación o no del número de oxidación de los elementos durante la reacción. Sobre la base de este criterio las reacciones químicas se pueden clasificar en redox o no redox (tabla 6.7).

Tabla 6.7 **Clasificación de las reacciones químicas atendiendo a la variación o no del número de oxidación de los elementos en la reacción**

Tipo de reacción	Manifestación	Ejemplos
Reacción de oxidación reducción (REDOX)	El número de oxidación de los elementos cambia durante la reacción	$\overset{0}{\text{S}_2}(\text{s}) + 8\overset{0}{\text{O}_2}(\text{g}) = 8\overset{4+}{\text{S}}\overset{2-}{\text{O}_2}(\text{g})$ $\overset{0}{\text{Zn}}(\text{s}) + 2\overset{1+}{\text{H}}\overset{1-}{\text{Cl}}(\text{ac}) = \overset{2+}{\text{Zn}}\overset{1-}{\text{Cl}_2}(\text{ac}) + \overset{0}{\text{H}_2}(\text{g})$
Reacción que no es de oxidación reducción (NO REDOX)	El número de oxidación de los elementos no cambia durante la reacción	$\overset{1+}{2}\overset{2-}{\text{NaOH}}(\text{ac}) + \overset{2+}{\text{Ca}}\overset{1-}{\text{Cl}_2} = \overset{1+}{2}\overset{1-}{\text{NaCl}}(\text{ac}) + \overset{2+}{\text{Ca}}\overset{2-}{\text{O}}\overset{1+}{\text{H}_2}(\text{s})$

Las reacciones químicas se representan por medio de ecuaciones químicas a partir de las cuales se puede obtener información cualitativa y cuantitativa muy valiosa para los diferentes procesos, fundamentalmente de utilidad industrial.

TAREAS DE APRENDIZAJE

1. ¿Qué características son necesarias para asegurar que un proceso es una reacción química?
2. En el interior del motor de un automóvil el combustible se quema. Mencione las manifestaciones que se evidencian en esta reacción química.
3. En condiciones ambientales se tienen las mezclas de sustancias o disoluciones que se relacionan a continuación:
a) NaCl (s) y AgNO₃ (s) b) Mg (s) y HCl (ac) c) NaOH (ac) y ZnSO₄ (ac)
d) KOH (ac) y H₂SO₄ (ac) e) Ag (s) y HCl (ac) f) S₈ (s) y O₂ (g)
3.1 Prediga si ocurre o no reacción química. Argumente.
3.2 En los casos en que no ocurre reacción química, ¿podría ocurrir la reacción variando las condiciones? Argumente.
3.3 Escriba las ecuaciones químicas de las reacciones posibles.
3.4 ¿Qué manifestaciones de las reacciones químicas considera que se pueden apreciar en cada caso?

6.6 Importancia de la química en el desarrollo científico-técnico

La química es una ciencia de la naturaleza que aporta significativamente, en integración con otras, al desarrollo científico-técnico de la humanidad. La industria química produce diariamente una variedad de productos indispensables utilizando como materias primas los recursos más abundantes de la naturaleza, como aire, agua, metales, minerales, vegetales, entre otros.

En el campo de la medicina la química contribuye a la producción de variados fármacos que son utilizados en el tratamiento de muchas enfermedades,

entre ellos los antibióticos, los analgésicos y otros productos medicinales de amplio uso.

La aplicación de la química también es fundamental en la esfera de la construcción de medios de transporte terrestre, acuático y aéreo, los cuales se han perfeccionado considerablemente en los últimos años. Estos avances han sido posible gracias a la producción de aceros especiales y aleaciones ligeras.

La agricultura también ha recibido los beneficios del desarrollo científico-técnico. La fertilidad del suelo depende, entre otras cosas, de la cantidad y variedad de nutrientes que contenga, los cuales son absorbidos en disolución por las plantas a través de sus raíces. La industria química tiene entre sus objetivos la producción de fertilizantes para garantizar, a partir de su uso racional, el incremento de las producciones agrícolas necesarias para la alimentación.

Otras esferas donde la química, como ciencia, ha contribuido al desarrollo de la humanidad son la extracción de petróleo y producción de sus derivados, la biotecnología, así como la obtención de cemento, azúcar, níquel, entre otros.

En sentido general, el progreso de la ciencia y la tecnología en el siglo xx e inicios del xxi se ha catalogado como espectacular, aunque los beneficios obtenidos no han estado libres de determinados riesgos, fundamentalmente en el medio ambiente. Los más evidentes provienen de las sustancias radiactivas, debido a sus potencialidades para producir enfermedades malignas en el ser humano; por ejemplo, el cáncer. También se ha hecho evidente que la acumulación, en las plantas o células animales, de pesticidas o productos residuales de los procesos industriales, suele tener efectos nocivos. Esta situación ha llevado a establecer nuevos campos de estudio relacionados con el medio ambiente y con la ecología en general. Es por ello que en la actualidad muchas de las investigaciones científicas están dirigidas a la búsqueda de alternativas que permitan la reducción del impacto ambiental de los residuos industriales y al uso adecuado y racional de los recursos naturales, entre otros. Todo ello permitiría satisfacer las necesidades de las actuales y futuras generaciones sin poner en riesgo el necesario equilibrio ecológico.

TAREAS DE APRENDIZAJE

1. Argumente la importancia que tiene la química, como ciencia de la naturaleza, en la satisfacción de las necesidades del hombre.
2. Investigue cuáles son las principales industrias químicas que existen en su comunidad y en qué medida aportan al desarrollo social. Valore el impacto que tienen las mismas en el medio ambiente.
3. Si la química ha permitido que el ser humano cree nuevos medicamentos contra enfermedades que se consideraban mortales, desarrollar la industria para obtener sustancias que se aplican al desarrollo agrícola, encontrar las formas de purificar metales para la elaboración de equipos especiales, etcétera, ¿cómo justifica que también la química sea la causa del deterioro ambiental? Fundamente.

CAPÍTULO 7

Luz y dispositivos ópticos

7.1 La luz. Modelo corpuscular y ondulatorio

En el siglo XVII se crearon modelos (corpuscular y ondulatorio) de la naturaleza de la luz. El primero imagina la luz como un haz de partículas, incontables y pequeñas, que emanan de la fuente luminosa, que se reflejan por los objetos y estimulan la visión por su acción sobre la retina y el nervio óptico. Este fue apoyado por Descartes y Newton, entre otros, los cuales no especificaron la naturaleza de los corpúsculos (partículas), como su forma, tamaño, etcétera. Solo les dieron la propiedad de elasticidad y velocidad de propagación para explicar lo que se sabía del comportamiento de la luz. El modelo no explicó la reflexión, refracción, difracción, interferencia, polarización y dispersión de la luz.

En el 1905, Albert Einstein planteó una nueva concepción de la teoría corpuscular. Él consideraba que la teoría ondulatoria de la luz funcionaba bien a la hora de representar fenómenos ópticos como la difracción, la refracción y la dispersión, pero que las observaciones asociadas con la fluorescencia, el efecto fotoeléctrico y otros fenómenos se explicaban mejor si se suponía que la energía de la luz estaba distribuida discontinuamente en el espacio y que consistía en un número finito de pequeñísimos paquetes o cuantos de energía, los que se localizaban en puntos del espacio que se movían sin dividirse, y que solamente se producían y absorbían en unidades completas. Para él la luz viajaba en el espacio como ondas y cuantos o corpúsculos de energía (fotones).

Se destaca que Einstein es conocido en el mundo de la ciencia por tres ideas fundamentales: la idea del concepto de fotón; la idea sobre el movimiento browniano y la idea sobre la electrodinámica de los cuerpos en movimiento, en el que enuncia la teoría de la relatividad especial. La idea del fotón le llevó a explicar el fenómeno del efecto fotoeléctrico, por lo que recibió, en 1921, el premio Nobel de Física. En 1940 abandona la Alemania fascista, en la cual fue perseguido por su ascendencia judía, y se traslada hacia Estados Unidos, donde siempre llevó una vida modesta y aislada, dedicándose a la investigación hasta su muerte. Junto con Newton y Maxwell, es de los grandes sintetizadores del pensamiento científico.

Siguiendo con el análisis del comportamiento de la luz, se puede decir que, mientras que una analogía con el movimiento de partículas era una manera de representar el comportamiento de la luz, una analogía con el ondulatorio era otra posibilidad. Este punto de vista fue apoyado en el siglo XVII por hombres como Robert Hooke y Christian Huygens. Este último planteó que la luz tomaba tiempo en su travesía y que este movimiento sucesivo se extendía, como lo

hace el sonido, por medio de superficies esféricas. Esta teoría fue defendida por Thomas Young, Augustín Fresnel y James Clerk Maxwell. Maxwell determinó la velocidad de las ondas electromagnéticas y escribió que esa misma velocidad era la de la luz, la del calor radiante y otras radiaciones; y que todas ellas eran una perturbación electromagnética en forma de ondas.

Hasta aquí se puede resumir que la *luz tiene carácter dual: corpuscular y ondulatorio*. En fenómenos ópticos (reflexión, refracción, etc.) se comporta como onda y en fenómenos como el efecto fotoeléctrico, radiación del cuerpo negro, etc., lo hace como corpúsculo. En lo adelante se estudiará la luz como onda electromagnética, como aquella parte del espectro de dichas ondas, de la banda de dichas ondas, a la que el ojo humano es sensible y produce la visión. El ojo es sensible a estas ondas con frecuencias entre 430 000 GHz y 750 000 GHz. En este rango hay oscilaciones de diferentes frecuencias que, al incidir en el ojo, producen las sensaciones de los colores (rojo, anaranjado, amarillo, verde, azul índigo y violeta). Los colores representan, a los efectos de la percepción luminosa, algo similar que los tonos (agudos, bajos) en lo que se refiere a la percepción sonora. Las ondas electromagnéticas de frecuencias inferiores a las que provocan la sensación de rojo se llaman infrarrojas y las de frecuencias superiores a las que producen la sensación de violeta, ultravioleta. Más del 90 % de la información que se posee es debido a la luz que entra al ojo.

TAREAS DE APRENDIZAJE

1. Describa procesos que ocurren en la naturaleza y dispositivos que trabajen directamente con la luz.
2. Explique por qué un haz de luz que no es visible normalmente, puede ser observado cuando atraviesa una nube de humo o polvo.
3. En las enciclopedias digitales y el software "La Naturaleza y el Hombre", investigue los hechos relacionados con las ideas de Einstein y la producción de la bomba atómica.

7.2 La luz solar y los efectos fisiológicos sobre el ser humano y las plantas

En el espectro de la luz solar está la zona infrarroja, constituida por radiaciones caloríficas; y la ultravioleta, que se revela como la zona que impresiona las placas fotográficas en ellas colocadas. Se dice que su energía es química, al provocar reacciones de este tipo. Estas provocan la estimulación del metabolismo; la prevención y curación del raquitismo; la mejora del tono, color y elasticidad de la piel; la transformación del ergosterol de la piel en vitamina D y la activación del fotosterol de las plantas; la disminución de la viscosidad sanguínea, produciendo transitoria baja de presión sanguínea; la dilatación de los capilares, activándose de esta manera la circulación sanguínea, y la mejora del tono muscular y la utilización de las sustancias alimenticias. Ellas se usan en fisioterapia en tratamiento de enfermedades como: raquitismo, lupus, acné, cicatrificaciones lentas; así como también en el tratamiento del asma bronquial, enfermedades de la circulación, angina de pecho, neuralgias, y otras.

Las radiaciones infrarrojas se degradan en calor dentro de las células y provocan la elevación de temperatura, produciéndose en el tejido procesos fisiológicos al aumentar las velocidades de reacción y la pigmentación. Estas actúan sobre la circulación periférica ocasionando en la piel una coloración roja, a la vez que un pequeño grado de hinchazón y calor. Además, producen vasodilatación, que aumenta con la intensidad de la radiación y la duración de la misma. El calor emanado por estas radiaciones aplicado en las terminaciones nerviosas de la piel produce un efecto sedante, alivia el dolor. La radiación infrarroja excesiva puede originar la formación de vesículas y edema en la parte afectada. Las personas sensibles a estos rayos, no deben someterse a la acción excesiva de los mismos.

Sin la luz solar tampoco fuera posible la fotosíntesis en las plantas. En los procesos de fotosíntesis, los seres vivos, al recibir el flujo luminoso, capturan fotones de luz. Un fotón capturado cede su energía a un electrón, haciendo que este pase a un nivel de mayor energía, quedándose en un estado excitado. Al electrón regresar a su estado de no excitación, cede su energía de maneras diferentes. En este caso, la materia viva atrasa el regreso del electrón a su estado no excitado por vía biológica, usando la energía liberada en dicho proceso, para llevar a cabo procesos necesarios para la vida.

Otros ejemplos de la influencia de la luz solar sobre los seres vivos son: el cerebro de algunos vertebrados contienen órganos que responden a la luz del día; el ciclo de 24 horas, en el que se alternan la luz y la oscuridad, regula ciertas actividades fisiológicas en muchos animales; la maceración filtrada de levadura de cerveza, destruye su actividad biológica después de una insolación, lo mismo le ocurre a la amilasa de la saliva; el Sol ejerce acción sanitaria y cuanto más rica de rayos ultravioletas es su radiación, mayor es su acción; por eso, la acción microbicida del Sol es mayor en las alturas que en las llanuras, ya que este tipo de radiación depende de la altura, a mayor altura, mayor intensidad de la radiación ultravioleta; durante el día el número de microbios en el agua es menor que durante la noche, esto se debe a la acción fotoquímica de los rayos solares.

TAREAS DE APRENDIZAJE

1. ¿Qué medidas se deben aplicar para evitar los perjuicios de las radiaciones solares?
2. Explique la relación que existe entre la luz y el proceso de fotosíntesis.
3. Represente un esquema de la Tierra y dos haces de luz que, procedentes del Sol, inciden sobre su superficie, uno en la zona en que se encuentra Cuba y otro sobre el polo norte. Determine dónde será mayor la iluminación y cómo influye esto en la temperatura de la región.

7.3 Propagación rectilínea de la luz. Velocidad de la luz

El comportamiento de la luz implica movimiento, proceso o propagación. Tiene su origen en cuerpos autoluminosos. Otros cuerpos la reflejan y se con-

sideran fuentes secundarias. La luz de los cuerpos puede ser cortada o interceptada por la interposición de una pantalla opaca, y esto muestra que viaja en una dirección particular. Si una fuente de luz es pequeña, un objeto opaco colocado en el haz proyecta una sombra muy marcada; esto implica que la luz viaja en líneas rectas conocidas como rayos de luz. La luz no necesita de un medio para propagarse, como el sonido; puede hacerlo en el vacío. La velocidad y frecuencia de las ondas luminosas son superiores a las del sonido.

No siempre la luz se propaga en todas direcciones, con frecuencia se delimita en cierta zona, como en las linternas, la zona limitada se denomina haz de luz. La idea de la propagación rectilínea de la luz viene desde Euclides (300 a.n.e.), o quizás mucho antes. Ella explica la formación de sombras, de imágenes en dispositivos ópticos, eclipses y otros. Pero, al igual que otras ondas, no siempre se propaga en línea recta.

Descartes supuso que la luz se propagaba con velocidad infinita; mientras que Galileo da una idea de dicha velocidad en el Primer Día del libro *Diálogos acerca de las Dos Nuevas Ciencias*, el cual consiste en diálogos entre los personajes Salviati, Sagredo y Simplicio. Salviati relata que dos personas tomaban, cada una, una linterna, y que por la interposición de la mano podían cortar o dejar pasar la luz a la visión de la otra; que estaban colocadas frente a frente, a una distancia determinada para que practicasen hasta que adquirieran la habilidad de descubrir y ocultar sus luces, que en el instante en que una veía la luz de su compañero él descubría su propia luz. Producto de estos ensayos se verificó que la respuesta era tan rápida que el descubrimiento de una luz es seguido por el descubrimiento de la otra, de manera instantánea. Este experimento se repitió a otras distancias mayores y siempre con el mismo resultado. El experimento de Galileo, descrito por Salviati, da que la velocidad de la luz, si era finita, era demasiado grande para determinarse por experimentos donde estuviera presente la respuesta fisiológica.

Olaf Roemer, en 1675, señaló que una variación observada en el tiempo del eclipse de las lunas de Júpiter se explicaba en términos del tiempo tomado por la luz para propagarse a una distancia del diámetro de la órbita de la Tierra. Los cálculos dieron que la velocidad de la luz estaba entre 100 000 y 200 000 millas/s. En 1887, Albert Abraham Michelson y Edward Williams Morley llevaron a cabo experimentos en la superficie de la Tierra y encontraron que la velocidad de la luz era de unos 186 000 millas/s o 300 000 km/s.

TAREAS DE APRENDIZAJE

1. Convierta la cifra de 186 000 millas/s en 300 000 km/s.
2. Dos espejos se colocan a una distancia de 10 km uno del otro sobre una superficie recta y sin obstáculos. Si un haz de luz incide sobre un espejo, determine los viajes de ida y vuelta que daría el haz entre este espejo y el otro, en un segundo.
3. Explique en qué consiste un eclipse de Luna y otro de Sol. Modele ambos eclipses utilizando una linterna y dos cuerpos, uno mayor que el otro.
4. Calcule las veces que es mayor la velocidad de la luz que la velocidad del sonido en el aire.
5. Describa un procedimiento para demostrar a sus compañeros la propagación rectilínea de la luz.

7.4 Propagación de la luz en medios no homogéneos. Reflexión, refracción y difracción de la luz

Si el medio en el cual se propaga la luz tiene las mismas propiedades en todos sus puntos, se dice que es homogéneo. En ellos las ondas se propagan en líneas rectas. Si el medio no es homogéneo las ondas pueden ser reflejadas, refractadas y absorbidas.

Desde tiempos remotos se sabe que la reflexión en superficies irregulares es difusa y que una reflexión coherente ocurre en superficies metálicas, lisas y brillantes; que los rayos incidente y reflejado de la luz están en un plano perpendicular al plano reflectante (primera ley de la reflexión) y que el ángulo de incidencia θ_i es igual al ángulo de reflexión θ_r (segunda ley de la reflexión); leyes aplicables también a espejos curvos.

Utilizándolas, puede explicarse las imágenes producidas en un espejo plano. Si se considera un objeto muy pequeño (O) situado frente al espejo, desde él salen dos rayos luminosos que se reflejan en el espejo. Si se trazan las prolongaciones de los rayos reflejados, estas se unirán en un punto (I) detrás del espejo; debido a esto se produce la imagen del objeto que está situado en ese punto. Lo que se ve en (I) se denomina imagen del objeto, y como ella no existe independiente de la sensación visual, se le llama *virtual*. En general, los cuerpos pueden considerarse formados por infinidad de puntos similares a O. Euclides estableció teoremas respecto al efecto de los espejos (figura 7.1).

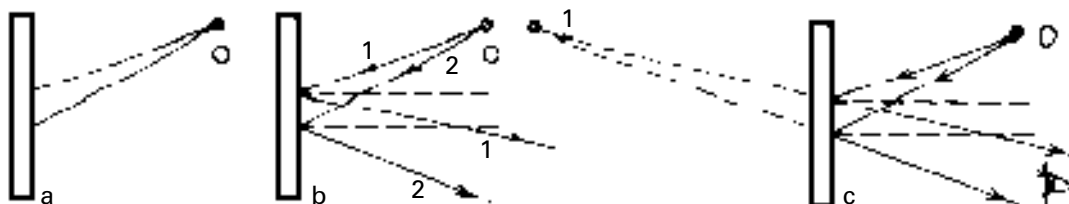


Fig. 7.1 Esquema que ayuda a comprender la formación de imagen mediante un espejo plano.

Respecto a la refracción, se estableció que los rayos incidente y refractado se encuentran en un plano perpendicular al plano refractante, y que el rayo refractado está en el plano determinado por el rayo incidente y la perpendicular a la superficie en el punto de incidencia (primera ley de la refracción). También se sabía que la magnitud de la refracción para un ángulo dado de incidencia dependía de los dos medios transparentes que se encontraban en contacto.

Algunos investigadores, entre ellos Ptolomeo, construyeron tablas empíricas del ángulo de refracción θ_{rf} contra el ángulo de incidencia θ_i para varios medios. Entonces, se descubrió que la razón del ángulo de refracción contra el ángulo de incidencia parecía ser una constante para cualquier par dado de medios; es decir, que cada conjunto de datos tabulados podía ser bien representado por la simple ecuación: $\frac{\theta_{rf}}{\theta_i} = k_{12}$, donde k_{12} es una constante para un par dado de medios que formarán una interfase. Alrededor de 1621, Willebrord Snell, profesor de matemática en Leiden, encontró que esta ecuación no representaba los datos

experimentales para valores grandes del ángulo de incidencia y descubrió la ley correcta y general. El trabajo de Snell circuló privadamente en forma manuscrita y no fue publicado, pero llegó a las manos de Descartes y Huygens. En 1637, Descartes publicó la relación en su forma moderna en la que, entre otros aspectos, la constante k_{12} pasa a ser n_{12} o n_{21} , teniendo en cuenta si el rayo pasa del medio 1 al medio 2 o en la dirección opuesta. Si pasa en la dirección opuesta, el ángulo de incidencia está en el medio 1.

Un hecho observado en los rayos incidente, reflejado y refractado de la luz es que su paso es perfectamente reversible (figura 7.2). De esta reversibilidad se sigue que $n_{21} = \frac{1}{n_{12}}$. El número n_{21} se llama índice de refracción del medio 2 en relación con el medio 1; de manera semejante ocurre con n_{12} . A las ideas de Snell se les conoce como la segunda ley de la refracción. De las mismas se tiene que: si el ángulo de incidencia es 0° , el de refracción también lo es y a medida que aumenta el ángulo de incidencia, aumenta el de refracción; además, cuando el haz de luz pasa de un medio a otro en que su velocidad es menor (del aire al agua o al vidrio), el rayo refractado se acerca a la perpendicular a la superficie en el punto de incidencia; y a la inversa, si pasa de un medio a otro en que su velocidad es mayor (del agua o vidrio al aire), el rayo refractado se aleja de dicha perpendicular.

Si en la situación representada en la figura 7.3 se continúa aumentando el ángulo de incidencia, llega un momento en que el ángulo de refracción será de 90° . Si aumenta más el ángulo de incidencia, desaparece el rayo refractado y ocurre el fenómeno de reflexión total interna y el ángulo de incidencia a partir del cual tiene lugar, ángulo límite o crítico. La reflexión total interna de la luz se utiliza en la construcción de fibras ópticas (conductores de luz), las cuales encuentran aplicación en la técnica, ciencias médicas, y en las comunicaciones.

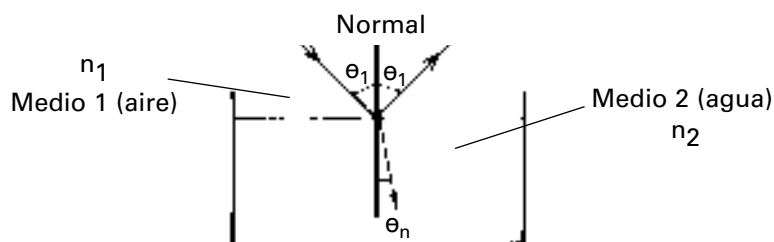


Fig. 7.2 Esquema del fenómeno de la reflexión y refracción en la separación de dos medios.

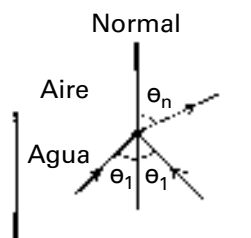


Fig. 7.3 Esquema del fenómeno de la reflexión total.

Es importante destacar que la luz se propaga en el aire con una velocidad de 300 000 km/s, que es menor a través de sólidos y líquidos transparentes. Al calcular el cociente entre la velocidad de la luz en el aire y su velocidad en alguna de las sustancias anteriores, se está en presencia del índice de refracción de la sustancia. Si la luz atraviesa un vidrio a una velocidad de 200 000 km/s, el índice de refracción de dicho vidrio será 300 000 dividido por 200 000, es decir, 1,50.

La razón de la desviación de un rayo de luz al pasar de un medio a otro radica en el cambio de velocidad de las ondas y a ello se le conoce como refracción. Los medios no tienen que ser diferentes en su composición (aire-agua), también pueden ser diferentes en cuanto a su densidad. Por ejemplo, una carretera en pleno día se calienta, y se provoca el espejismo de que, a lo lejos, hubiera agua en ella, debido a la incidencia de los rayos solares sobre la misma. El aire cercano a la carretera aumenta su temperatura y se hace menos denso que el aire que está por encima (dos medios diferentes) debido a la diferencia de densidad del mismo, con lo cual ciertos haces procedentes de objetos lejanos, que normalmente incidirían sobre la carretera, son desviados hacia arriba antes de llegar a ella y ser absorbidos por el asfalto.

Otro hecho que pone de manifiesto la desviación de la luz de su propagación rectilínea es la difracción. Una característica esencial de las ondas es su *difracción, o desviación, al pasar por los bordes de una abertura o un obstáculo*. Este fenómeno se destaca también en el sonido. Cuando la luz pasa por una rendija, de manera tal que su tamaño sea aproximadamente igual a su longitud de onda, ocurre el fenómeno de la difracción, o sea, la desviación de la luz y su presencia en lugares donde en realidad no debía observarse. En la figura 7.4 se puede apreciar lo expresado.

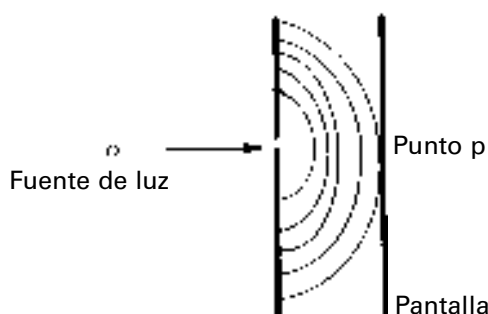


Fig. 7.4 Fenómeno de la difracción de la luz a través de una abertura.

TAREAS DE APRENDIZAJE

1. Observe una luz encendida con los ojos casi cerrados, de manera tal que se mire a través de las pestañas. Describa lo que se observa y explique el fenómeno.
2. Coloque una moneda dentro de un vaso sin agua y luego échele agua hasta la mitad. Haga lo mismo con un tenedor. Observe y explique lo que sucede.
3. Dibuje un diagrama de rayos que pueda explicar cómo ve un pez a una persona que se asoma a la superficie de un estanque y cómo vería la persona al pez.

4. A partir del concepto de que la luz es energía que se propaga desde una fuente luminosa en todas direcciones, explique:
 - a) ¿Por qué personas en lugares distintos pueden ver una misma estrella?
 - b) ¿Por qué se pueden ver objetos que no emiten luz propia, como la Luna, por ejemplo?
 - c) ¿Por qué cuando se mira al cielo solo se ve un conjunto de puntos luminosos y no todo el cielo iluminado?
5. Explique por qué, al tratar de escribir algo solo con la luz de la vela, es conveniente colocar detrás de esta un espejo.
6. ¿Cuál es el significado de la palabra homogéneo? Ilustre dicho significado mediante ejemplos concretos.

7.5 Luz, visibilidad y coloración de los cuerpos

En una habitación a oscuras no se ven los objetos. Al encender la luz son vistos. La luz que incide sobre los mismos se refleja en ellos, de donde salen los rayos en todas las direcciones. Los que llegan a los ojos producen la sensación visual y se pueden ver. No toda la luz que llega a los cuerpos es reflejada, una parte puede ser transmitida y otra absorbida produciendo aumento de la temperatura de los cuerpos. La visibilidad de los objetos también depende de la cantidad de luz que les llega y se caracteriza por el concepto de iluminación, que depende directamente de la intensidad luminosa de la fuente, e inversamente de la distancia a ella y la inclinación del haz de luz respecto a dicha superficie. Otro factor, menos advertido, es el contraste entre la cantidad de luz que llega a los ojos procedente de él y de otros cuerpos, por eso la televisión se ve mejor en una habitación oscurecida que en una iluminada.

No todos los cuerpos son vistos bajo el mismo color. Al hacer pasar un angosto haz de luz a través de un prisma triangular, se obtienen luces de diferentes colores. La luz emergente del mismo no es tan angosta como el incidente, sino que se extiende sobre un ángulo apreciable con una secuencia regular de colores, idéntica a la del arcoiris. El rojo es el más próximo a la dirección original del rayo incidente, presentando un ángulo de desviación más pequeño que el de los colores azul, amarillo, violeta, etcétera. Hooke fue uno de los primeros en tratar de explicar este fenómeno. Para él el color era propiedad del prisma o de las gotas del agua que producen el arcoiris y no de la luz blanca. Por su parte Newton, dentro de un grupo de experimentos, colocó un segundo prisma invertido al primero y cuando el haz emergente del primer prisma incidía y salía del segundo lo hacía en forma de luz blanca, tal y como incidió en el primero. De aquí concluyó que el color era una propiedad intrínseca de la luz y que la luz blanca era una mezcla de colores. Al respecto, escribió que los colores no eran cualidades de la luz producto de la reflexión o la refracción de los cuerpos, sino que eran propiedades connotas y diferentes en los distintos rayos. También él determinó que al mismo grado de refracción siempre le pertenecía el mismo color y al mismo color el mismo grado de refracción. Estas ideas le llevaron a discutir con Hooke y son las responsables de que Newton se negara a publicar nuevas ideas.

En conclusión, *la luz es una mezcla de oscilaciones electromagnéticas de diferentes frecuencias, correspondiente a diferentes colores* (figura 7.5).

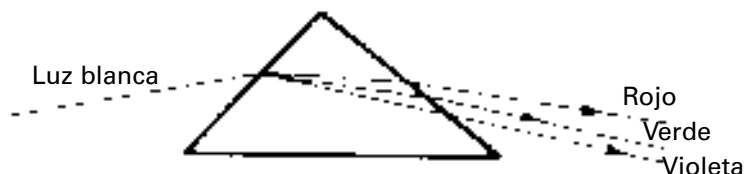


Fig. 7.5 Dispersión de la luz blanca a través de un prisma.

El fenómeno explicado se llama *dispersión de la luz*. Los haces de diferentes colores se separan debido a que tienen distintas velocidades; a menor velocidad, mayor desviación del haz. A su vez, a mayor frecuencia de la onda, una menor velocidad de su propagación en el medio. El conocimiento de que la luz está compuesta por diferentes colores, y que al incidir sobre los cuerpos estos absorben o transmiten una parte y reflejan otra, responde la pregunta acerca de cómo se explica la variada coloración que muestran los objetos. El color que se aprecia en un objeto iluminado con la luz está determinado por los colores del espectro que son absorbidos y reflejados. Un objeto parece rojo al reflejar la luz roja mejor que la de otros colores.

Ahora bien, la luz que llega a los ojos procedente de un objeto se cruza en su camino con la emitida por otros cuerpos, pero esto no la modifica. De lo contrario se vería al objeto que se mira con un aspecto o color diferentes cada vez que cambiaran los que lo rodean. Cuando varios haces luminosos se cruzan entre sí, no se modifican; se comportan de modo independiente, característico de la luz y todas las ondas.

TAREAS DE APRENDIZAJE

1. Explique cómo se produce el fenómeno del arcoiris.
2. Explique de qué color se ve una camiseta blanca bajo una luz verde. Haga el mismo razonamiento si la camiseta fuera negra.
3. Observe en una habitación semioscura una hoja de papel blanco, otra de papel carbón y una lámina de vidrio o acetato. Determine cuál se ve mejor y cuál peor, y explique el fenómeno destacando qué sucede con la luz que no es reflejada.
4. La mayor parte de la luz que se percibe proviene de fuentes de luz reflejada. Piense si sucede algo similar con los sonidos que se perciben.
5. Mencione algunas medidas a tener en cuenta para garantizar una mejor iluminación cuando se lee.

7.6 Lentes y espejos esféricos

En los dispositivos ópticos se utilizan lentes y espejos curvos. Aunque es posible emplear las leyes de la reflexión y refracción para construir la trayectoria de los haces luminosos que inciden sobre ellos, es engorroso. Por suerte, en muchos de estos espejos y lentes, ciertos rayos denominados característicos siguen trayectorias peculiares, las cuales se resumen en pocas reglas. Se trata de lentes y espejos cuyas superficies tienen una forma esférica o próxima a ella.

En la figura 7.6 se representan las esferas a las cuales pertenecen las superficies de una lente y de un espejo esférico. En las lentes, la línea imaginaria que pasa por los centros de las esferas se llama eje óptico principal. En los espejos se denomina así a la línea que pasa por su vértice y el centro de la esfera.



Fig. 7.6 Esfera a la que pertenecen las superficies de: a) una lente, b) un espejo.

Las primeras lentes eran esferas de vidrio llenas de agua y se empleaban en la antigüedad para encender fuego. Hoy se construyen lentes esféricas, principalmente de vidrio. A continuación, en la figura 7.7 se han representado algunos de sus tipos más comunes.

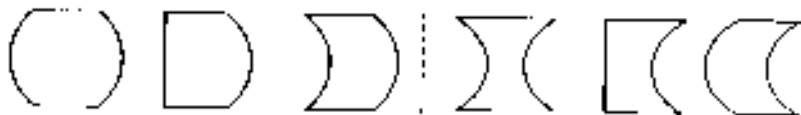


Fig. 7.7 Esquemas de lentes.

Las de la izquierda son convergentes y las de la derecha, divergentes. Los rayos paralelos, como los solares, al atravesar las primeras convergen y al atravesar las segundas divergen. En las lentes de vidrio, si la zona central es más gruesa que el borde, es convergente y si es más estrecha, divergente. Las lentes pueden ser simétricas o no. Los espejos esféricos son cóncavos o convexos. Cóncavo, si la parte reflectora de la superficie es la interna, y convexo si es la externa. Los espejos cóncavos son convergentes y los convexos, divergentes (figura 7.8).

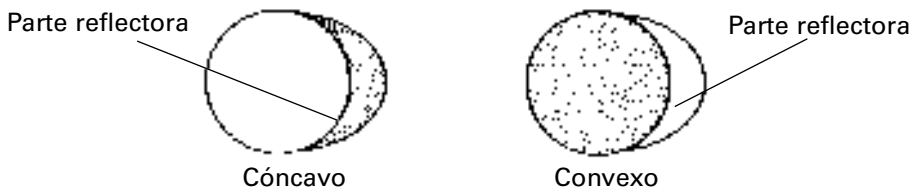


Fig. 7.8 Esquemas de un espejo cóncavo y otro convexo.

En las lentes se utilizan tres tipos de rayos: los que llegan paralelos al eje óptico de la lente, que convergen en un punto situado al otro lado sobre dicho eje, llamado foco y la distancia que hay entre él y la lente, distancia focal; los que pasan por su primer foco y salen paralelos a su eje, y los que pasan por el centro de la lente y no se desvían. Sobre la base de lo anterior se pueden obtener las imágenes. Para objetos más alejados de la lente que su foco se obtiene una imagen real, pero invertida (cámara fotográfica) (figura 7.9).

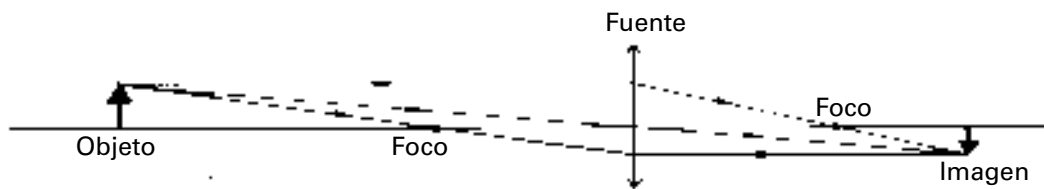


Fig. 7.9 Esquema que representa la obtención de una imagen real e invertida.

Para objetos situados entre el foco y la lente se obtiene una imagen virtual. Si el ojo se coloca al otro lado se ve la imagen realmente más lejana y más grande (lupa) (figura 7.10).

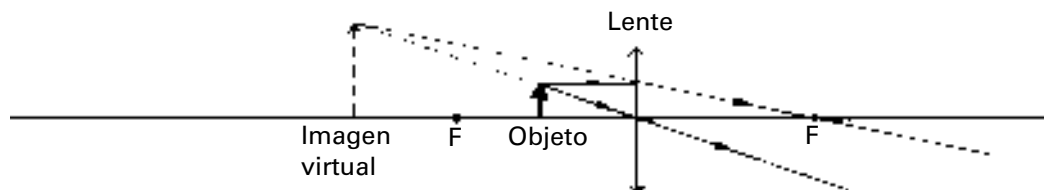


Fig. 7.10 Esquema que representa la obtención de una imagen virtual.

Existe otro tipo de lentes, las divergentes. En estas los rayos que provienen del infinito en vez de unirse se separan (con sus prolongaciones pasando por el foco anterior). Siempre producen imágenes virtuales (figura 7.11).

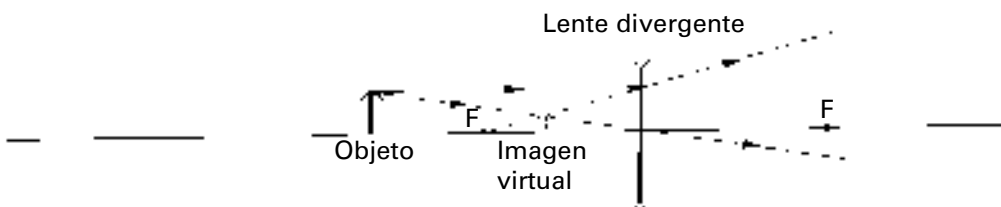


Fig. 7.11 Esquema que representa la obtención de una imagen virtual en una lente divergente.

En los espejos cóncavos se utilizan también tres tipos de rayos:

- Los rayos que inciden paralelo al eje óptico del espejo, convergen en un punto situado sobre dicho eje (propiedad que se tiene en cuenta, al emplear espejos aproximadamente esféricos para concentrar la luz procedente de ciertas fuentes como el Sol y las estrellas). El punto en el cual convergen los rayos paralelos al eje óptico se denomina foco principal (F), y la distancia que hay entre él y el espejo, distancia focal (f). El foco principal se encuentra en el punto medio entre el centro de la superficie esférica y el vértice del espejo, lo que posibilita ubicar fácilmente el foco en el esquema del espejo (figura 7.12).
- Los rayos que pasan por el foco, o parten de él, después de incidir sobre el espejo se propagan paralelamente al eje óptico. Esta propiedad se utiliza en la construcción de proyectores de luz (faros de automóviles, proyectores de diapositivas). En las linternas y faros de automóvil, detrás del bombillo se observa una especie de espejo esférico (figura 7.13).
- Los rayos que inciden sobre el espejo después de pasar por el centro de su superficie esférica, no cambian de dirección (figura 7.14).

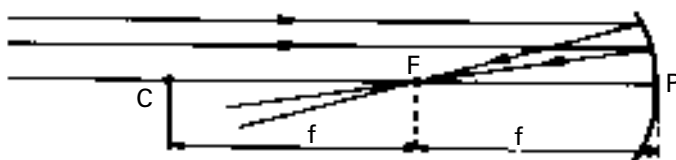


Fig. 7.12 Trayectoria de los rayos que inciden paralelamente al eje óptico de un espejo esférico.

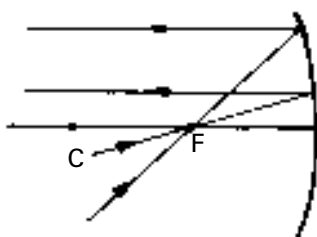


Fig. 7.13 Trayectoria de los rayos que pasan por el foco de un espejo esférico.

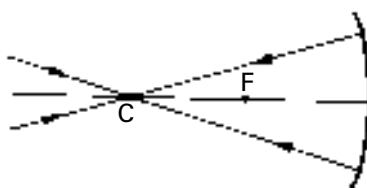


Fig. 7.14 Trayectoria de los rayos que pasan por el centro de la superficie esférica a que pertenece el espejo.

TAREAS DE APRENDIZAJE

1. Un proyector de diapositivas utiliza una lente convergente. Se coloca la diapositiva invertida y un poco más lejos de la lente que el foco. La imagen se proyecta al otro lado sobre una pantalla. Haga un diagrama de rayos que explique cómo funciona un proyector de diapositivas.
2. Construya las imágenes de una flecha formada por una lente convergente cuya distancia focal es 5 cm. Considere los casos en que la flecha se sitúa a: 10 cm y 7 cm. Describa las características de la imagen en cada caso y determine cuántas veces mayor o menor será la imagen que el objeto. Compruebe las conclusiones mediante un experimento.
3. Una cuchara pulida funciona como un espejo. ¿Cuál de sus caras lo hace como un espejo cóncavo y cuál como convexo?

7.7 Visibilidad de los cuerpos a través del ojo humano

El ojo es el órgano de la visión y la energía que registra es la luminosa, ofreciendo la calidad del color y el relieve. Este consta de tres capas. La capa externa, en su región posterior, es una membrana resistente y de color blanquecino, cuya función fundamental es la protección del globo ocular en su región ante-

rior, que recibe el nombre de córnea, es transparente, lo que permite el paso de la luz. La capa media en su región anterior constituye el iris, que generalmente está pigmentado (color de los ojos) y en su centro se encuentra un orificio, la pupila, cuyo diámetro varía según la contracción o relajación de los músculos del iris, y así se regula la cantidad de luz que llega al ojo. La capa interna del ojo, retina, está constituida por células sensibles a la luz (receptores visuales). En la figura 7.15 se hace una representación esquemática del ojo.

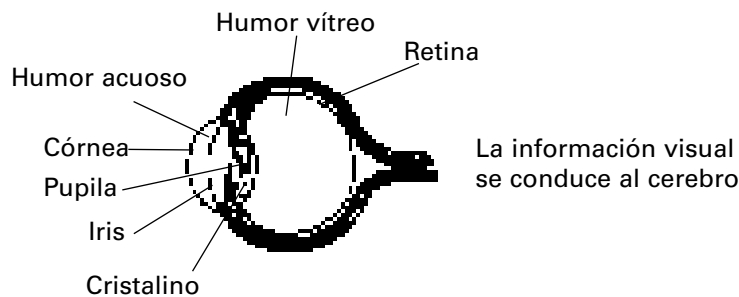


Fig. 7.15 Representación esquemática del ojo humano.

Detrás de la pupila hay una estructura transparente, en forma de lente biconvexa, que se denomina cristalino. En el espacio entre la córnea y el cristalino hay un líquido acuoso (humor acuoso), el cual difiere poco del agua, y el espacio detrás del cristalino está lleno de un líquido gelatinoso denominado humor vítreo. Este humor es más consistente que la clara de huevo; está constituido por agua, albúmina, cloruro de sodio y otras sustancias. El cristalino desempeña un importante papel en la visión, ya que ópticamente es la parte más importante de este órgano, al ser una lente biconvexa situada inmediatamente detrás de la pupila. La textura del cristalino depende de la edad; en la niñez es semifluida, presenta mayor consistencia en el adulto y es suficientemente dura en la vejez. El cristalino está constituido por agua, materias albuminoideas, extracto alcohólico, membranas, etc.; es incoloro y transparente en la niñez y adquiere un tinte ambarino en la vejez, después de haber pasado por el tinte amarillo.

Los medios transparentes del ojo (córnea, humor acuoso, cristalino, humor vítreo) actúan, en conjunto, como una lente convergente de 1,7 cm de distancia focal, aproximadamente. El ojo es ópticamente equivalente a una cámara fotográfica normal. Tiene un sistema de lentes, un sistema de apertura variable (pupila) y una retina que equivale a la película. El sistema de lentes del ojo se compone de cuatro interfases de refracción: entre el aire y la superficie anterior de la córnea; entre la superficie posterior de la córnea y el humor acuoso; entre el humor acuoso y la superficie anterior del cristalino, y entre la superficie posterior del cristalino y el humor vítreo. El aire tiene un índice de refracción de 1; la córnea, 1,38; el humor acuoso, 1,33; el cristalino, 1,40, y el humor vítreo, 1,34.

Cuando los rayos luminosos atraviesan la córnea, el cristalino y los líquidos mencionados, llegan a la retina, donde se estimulan los receptores visuales, y la información visual se conduce al encéfalo. La imagen en la retina se forma invertida. El cerebro considera una imagen invertida como normal.

Al pasar de los años el cristalino crece en longitud y anchura, y se vuelve menos elástico. A partir de entonces, es incapaz de acomodar ni para la visión cercana ni para la lejana; esto se conoce como *presbicia*. Cada ojo se mantiene enfocado permanentemente a una distancia casi constante, que depende de las características físicas del ojo de cada individuo. Para poder ver con claridad

tanto de cerca como de lejos, una persona anciana necesita usar gafas bifocales con el segmento superior con una graduación normal para la visión lejana, y con el segmento inferior graduado para la visión próxima, es decir, para leer.

La presbicia aparece con el transcurso de los años, pero hay errores de refracción que provocan que las personas usen espejuelos o se sometan a operaciones de corrección. Estos errores provocan hipermetropía y miopía. La primera es resultado de la imagen visual enfocada detrás de la retina y no directamente sobre ella y puede ser causada por el hecho de que el globo ocular es demasiado pequeño o el poder de enfoque es demasiado débil (sistema de lentes poco potente). La persona hipermetrope ve claro los objetos lejanos, los cercanos los ve borrosos. La miopía ocasiona visión borrosa cuando la imagen visual es enfocada al frente de la retina y no directamente sobre ella. Una persona con miopía ve claro los objetos cercanos, los distantes los ve borrosos.

Como dato interesante puede agregarse que la estructura del ojo en los animales vertebrados es muy similar, aunque no todos ven de la misma manera. Por ejemplo, los perros ven mejor en la oscuridad que los humanos y su visión se orienta hacia el movimiento. Tampoco los perros perciben los colores igual que las personas. Lo anterior ocurre porque en la retina existen células sensibles a la luz, denominadas conos y bastones. Los conos dan percepción del color y visión detallada, mientras que los bastones detectan el movimiento y son sensibles a la baja luz. Por otra parte, los cristalinos, las pupilas, y las córneas de los perros son mucho más grandes que los de los humanos, por lo tanto recogen más luz.

El perro percibe como amarillo lo que las personas ven rojo, naranja, amarillo, y verde. Ciertos tonos de verde y turquesa, el perro los percibe como blanco. Al igual que distingue los azules de forma similar a las personas, mientras que el violeta lo ve gris. Los perros utilizan otros estímulos (tales como el olor, la textura, el brillo y la posición), en lugar de depender del color. Los perros guía, por ejemplo, no distinguen si la luz del semáforo está en rojo o en verde; ellos miran al brillo y la posición de la luz. Esto, sumado al flujo y ruido del tráfico, le indica al animal si es el momento adecuado para cruzar la calle.

Las especies que cumplen el rol de presas tienden a tener ojos hacia los costados de la cabeza, ya que esto les confiere mayor campo visual para ver a un depredador al acecho. Los depredadores, tales como humanos y perros, tienen los ojos posicionados más cerca el uno del otro.

Se dice que los humanos con visión perfecta tienen visión 20/20, que pueden distinguir letras u objetos a una distancia de 20 pies (6 m). Los perros tienen una visión de 20/75, es decir, deben estar a 20 pies (6 m) de un objeto para verlo igual que lo vería un humano parado a 75 pies (23 m).

TAREAS DE APRENDIZAJE

1. La cámara fotográfica y el ojo humano son como una cámara oscura, pero con una lente convergente en el orificio de entrada. Haga un diagrama de rayos que explique cómo funcionan la cámara fotográfica y el ojo humano.
2. ¿Por qué las lentes de contacto son más ventajosas que los llamados espejuelos?
3. ¿Qué tipo de lente se coloca delante de un ojo hipermetrope y de uno miope para corregirlos? Explique el por qué de la selección realizada.
4. ¿Por qué se ha llegado a plantear que si el hombre invisible llegara a ser una realidad, sería ciego?

5. Indague acerca del procedimiento utilizado por los peces para enfocar imágenes de objetos que se encuentran a diferentes distancias del ojo.
6. Valore la importancia práctica del conocimiento de los principios de funcionamiento de la visión.

7.8 Dispositivos ópticos

La *lupa* es una lente convergente. Con ella se concentra la energía calorífica y lumínica de la luz del sol en un punto de un papel y este arde. La lente es igual que las que componen el objetivo de la cámara fotográfica. Esta se coloca entre el ojo y el objeto que se quiera ver, aumentando el ángulo de observación y así el tamaño de la imagen en la retina. Los rayos y la manera en que atraviesan la lupa se muestran a continuación (figura 7.16).

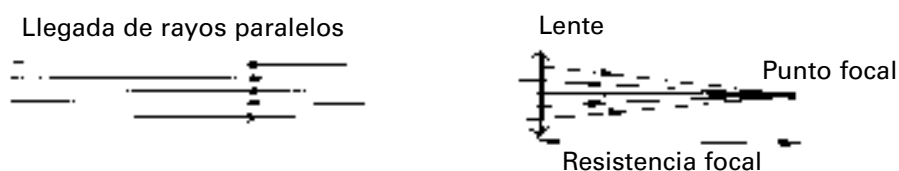


Fig. 7.16 Trayectoria de los rayos a través de una lente convergente.

La distancia a la que se concentran los rayos del sol en un punto es la distancia focal de la lupa o lente. A la distancia entre la lente y el punto donde se cruzan los rayos de luz que provengan del infinito se le denomina *distancia focal*. El Sol no está en el infinito, pero si se comparan 15 billones de centímetros con unos pocos de distancia focal, no es menos cierto que es una buena aproximación considerar al mismo en el infinito.

El *microscopio óptico* se emplea para obtener grandes aumentos. Es muy utilizado en el estudio de las células. Está compuesto, básicamente, por dos sistemas ópticos convergentes: uno de ellos, el objetivo, forma una imagen aumentada del objeto; el otro, llamado ocular, debido a que el ojo se aplica en él, se utiliza en calidad de lupa para observar la imagen formada por el primero. Así se realizan dos ampliaciones sucesivas.

Cámara fotográfica. La luz es esencial en la fotografía. Cuando la película fotográfica, que consiste en una capa fina de gelatina (emulsión) y una base de acetato transparente de celulosa o de poliéster, se expone a la luz, los cristales de haluros de plata suspendidos en la emulsión experimentan cambios químicos y forman lo que se conoce como imagen latente de la película. Al procesar esta con una sustancia química (revelador), se forman partículas de plata en las zonas expuestas a la luz. Mientras más intensa es la exposición, más número de partículas se crean. La imagen que resulta se llama negativo porque las zonas de la escena relativamente oscuras aparecen claras, y viceversa. Los valores de los tonos del negativo se vuelven a invertir en el proceso de positivado. En el cuarto oscuro donde se hace el revelado se trabaja con luz roja o verde.

El cuerpo de la cámara es una caja donde se aloja la *película*, un soporte para el *objetivo* (simple cuando están formados por una sola lente o por un sistema de ellas acopladas, y compuesto, cuando están formados por dos o más sistemas de lentes no acopladas), el cual reproduce, sobre la película, el motivo. También

tiene un *visor*, para poder dirigirla hacia el motivo, y un *obturador* para regular el tiempo de exposición. El *diafragma* del objetivo regula la intensidad de los rayos de luz que inciden sobre el plano de la película. Para obtener la máxima nitidez a diferentes distancias entre el motivo y el plano de la película, el objetivo se desplaza mediante un *regulador de distancia*. La cámara fotográfica no es más que una cámara oscura, generalmente en forma de paralelepípedo (figura 7.17).

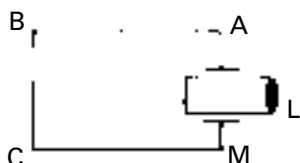


Fig. 7.17 Diagrama esquemático de una cámara oscura.

Las paredes interiores se recubren de humo negro, para evitar reflexiones perjudiciales. En la abertura A se dispone el objetivo fotográfico. Este, montado en un canuto, se mueve acercándose o alejándose de la cámara, con el fin de proyectar sobre la pared BC una imagen real e invertida del objeto que se desea fotografiar. Este proceso se denomina enfocado. Cuando sobre BC se dispone una película sensible a la luz, las reacciones químicas en ella producidas dejan sobre la placa el mensaje óptico traducido en imagen. Existe un diafragma adosado al objetivo de la cámara y su papel es el de regular la cantidad de luz que penetra en la cámara. El diafragma iris se encuentra entre los de mayor uso y está constituido por una serie de laminitas, que al moverse del exterior al interior reducen el diámetro del orificio por donde penetra la luz, y viceversa.

Actualmente se utiliza más la cámara digital que la convencional con película de 35 mm. Esta es un dispositivo electrónico que captura y almacena fotografías electrónicamente en formato digital, en lugar de utilizar películas fotográficas. La cámara digital compacta moderna contiene dispositivos capaces de grabar sonido y/o video, además de fotografías. La cámara digital con previsualización es la que utiliza imágenes digitales generadas en forma convencional en pantalla de cristal líquido, como medio principal para encuadrar y previsualizar la imagen antes de tomar la fotografía. Con la cámara digital basta con descargar las fotografías a la computadora, comprobar si quedaron bien las tomas, elegir las fotos que más gusten, retocarlas y enviarlas al laboratorio para su revelado en papel.

TAREAS DE APRENDIZAJE

1. Una cámara oscura es una caja cerrada en la que se hace un pequeño orificio para que entre la luz. Se forma una imagen de los objetos exteriores en una pared de la cámara. Haga un diagrama que explique cómo funciona esta.
2. Investigue la formación de imágenes en un telescopio de una sola lente y en uno de dos lentes.
3. Tome una lente convergente (puede servir una lupa, lentes de espejuelos, etc.) y ensaye la formación de imágenes de diversos objetos: una lámpara, una ventana, o algún objeto bien iluminado. Como pantalla se puede utilizar algún material traslúcido o, simplemente, una hoja de papel blanco. Estudie lo que sucede con la imagen, al variar las distancias entre el objeto, la lente y la pantalla.

CAPÍTULO 8

El organismo humano. Principales funciones

Al estudiar las características de los poríferos, los celenterados, los platelmintos, los moluscos, los artrópodos, y otros animales hasta los mamíferos, quedó claramente confirmada la diversidad en la unidad de los animales en la naturaleza.

Al igual que el resto de los mamíferos, el hombre¹ presenta glándulas mamarias, pelos, dientes alojados en cavidades de las mandíbulas, tronco dividido por el diafragma en tórax y abdomen, circulación doble y completa, y temperatura del cuerpo constante.

La evolución humana constituye un proceso apasionante que reúne a especialistas de diferentes ramas del saber; en particular resultan de gran interés los aportes de la **paleoantropología**, ciencia que estudia la evolución y origen de los rasgos físicos y de comportamiento de los seres humanos, con el auxilio de los restos fósiles. En la actualidad se cuenta con numerosos estudios, evidencias, teorías e hipótesis que intentan explicar los principales acontecimientos de este proceso evolutivo; no obstante, existen interrogantes y problemas por resolver, se plantean respuestas no totalmente aceptadas por todos, entre ellas: ¿Cuáles fueron los factores que más influyeron en la evolución? ¿Cómo identificar y clasificar las numerosas especies diferenciadas por los científicos? ¿Cuál es la interpretación más acertada de las características físicas de los restos fósiles estudiados? Los detalles alrededor del origen y evolución del hombre sigue siendo motivo para la investigación y el estudio de muchas personas en el mundo.

En Cuba, desde el siglo XIX se han realizado importantes trabajos en el campo de la antropología por sociedades antropológicas y grupos de investigadores que continúan haciendo aportes relevantes a la evolución de los hombres y mujeres que poblaron nuestro archipiélago. Merece especial reconocimiento Luis Montané Darde (1849-1936), quien a lo largo de muchos años realizó estudios sobre el indio cubano de la Ciénaga de Zapata y el hallazgo de importantes restos fósiles.

Más de 5 millones de años separan las primeras formas humanas hasta la especie *Homo sapiens* actual, considerada el eslabón cualitativamente superior de la evolución del hombre, una larga historia de los cambios y transformaciones en la naturaleza, donde el hombre, como miembro del grupo de los mamíferos, presenta las características comunes de estos animales; sin embargo, representa el escalón más alto en su evolución, tanto por sus características

¹ Se utiliza el término en su expresión genérica para referirse al hombre y a la mujer.

biológicas expresadas en la complejidad alcanzada en la estructura y función de sus sistemas de órganos, como por su naturaleza social lograda bajo el influjo del trabajo.

¿Cómo se expresa la unidad y diversidad en la especie *Homo sapiens*? Todos los hombres y mujeres que viven en nuestro planeta pertenecen a esta especie, y por tanto presentan semejanzas, en primer lugar, por su condición de mamíferos y además una comunidad de características en cuanto a estructuras del cuerpo, sistemas de órganos, que permiten afirmar el origen común de todos los hombres. No obstante, han ocurrido pequeños cambios estructurales en la especie, que surgieron como adaptaciones a las condiciones del medio ambiente cuando los grupos humanos se distribuyeron en el planeta; así se encuentra diversidad en lo relativo a particularidades en el tipo de pelo, color de la piel, forma de los ojos, la boca, y la nariz, y pequeñas variaciones fisiológicas que tienen como resultado la presencia de variedades en la especie, conocidas como *razas humanas*, que en la actualidad son denominadas: *negroide*, *euro-poide* y *mongoloide*.

Las diferencias estructurales en los individuos que representan las distintas razas no constituyen parámetros para establecer diferencias sociales y en modo alguno para justificar concepciones acerca de la superioridad de una raza sobre otra. Científicamente no está demostrado.

Al estudiar Ciencias Naturales, en 6to. grado, se adquieren conocimientos sobre el ser humano en su condición de organismo pluricelular organizado en tejidos, órganos, sistemas de órganos y sus funciones, sobre la base de las relaciones de intercambio con el medioambiente, característica común de todos los seres vivos.

Las demostraciones, actividades prácticas, las indagaciones y lecturas realizadas y los textos construidos permiten profundizar en la importancia de conocerse a sí mismo desde la infancia y adoptar conductas adecuadas para cuidar la salud individual y del colectivo, asegurando la preservación del hombre como sujeto esencial en la transformación y el bienestar de la sociedad donde vivimos.

Seguir estudiando al organismo humano es una necesidad para comprender con mayor profundidad todo lo que se puede hacer por la supervivencia de la humanidad y el mejoramiento de la vida en la Tierra.

Al observar externamente la estructura del cuerpo humano se distinguen fácilmente tres regiones fundamentales: *cabeza*, *tronco* y *extremidades*; uniendo la cabeza al tronco, se halla el *cuello*.

En la cabeza se pueden diferenciar el *cráneo* y la *cara*, y en el tronco, el *tórax* y el *abdomen*.

Entre las extremidades se destacan las *dos superiores* y las *dos inferiores*; se denominan así por la posición erecta, característica del hombre. Las extremidades superiores están formadas por el *brazo*, el *antebrazo* y la *mano*, en la que la posición de los dedos tiene gran significado para las múltiples actividades. En las extremidades inferiores se distinguen: el *muslo*, la *pierna* y el *pie*.

Una observación interna permite descubrir la presencia de tres grandes cavidades, donde se encuentran diferentes órganos pertenecientes a varios sistemas que realizan funciones específicas en el organismo humano.

En la región de la cabeza se encuentra la *cavidad craneana*, que protege los órganos siguientes: cerebro, cerebelo, y el tronco o tallo encefálico constituido por el bulbo raquídeo, la protuberancia anular y el mesencéfalo; continua a esta

cavidad existe un conducto que se extiende internamente a través de la columna vertebral y que aloja a la médula espinal.

En la región del tronco la *cavidad torácica* es el lugar donde se encuentran fundamentalmente los pulmones y el corazón, separada por el músculo diafragma de otra cavidad del tronco denominada *abdominal*, espacio vital de los órganos que intervienen en la digestión, la excreción y la reproducción. Existen otras cavidades de menores dimensiones, en las cuales se alojan órganos también importantes del organismo humano relacionados con las funciones visual, olfatoria y auditiva.

Lo expuesto acerca de las cavidades del cuerpo humano revela la íntima relación entre estas estructuras biológicas y sus funciones, esencialmente de protección de diversos órganos y espacios vitales donde se realizan.

TAREAS DE APRENDIZAJE

1. Realice un análisis del texto "Origen y evolución del hombre" del libro *Biología 3. 9no. grado*, y explique por qué se puede afirmar que la evolución del hombre tuvo un carácter biológico-social.
2. ¿Cuál es la organización externa e interna del organismo humano?

8.1 La célula como unidad estructural y funcional del organismo humano

Para conocer cómo funciona el organismo humano es necesario e importante profundizar más en el estudio de la célula.

El cuerpo humano, como todos los seres vivos, está formado por células, unidad básica de su organización, que según se plantea alcanza aproximadamente la cifra de cincuenta billones.

En grados anteriores, los estudios realizados sobre los seres vivos permitieron conocer que la célula constituye la unidad estructural y funcional de los organismos vivos. Su descubrimiento, uno de los acontecimientos más importantes de las ciencias biológicas, es otro ejemplo de la curiosidad e interés que el hombre siempre ha demostrado por conocer la naturaleza; en este caso, la humanidad estará siempre agradecida de los aportes del investigador holandés Antonio V. Leeuwenhoek (1632-1723) y el científico inglés Robert Hooke (1635-1703), pioneros en las invenciones del microscopio y las observaciones microscópicas, entre ellas las de las células, cuyo tamaño varía entre 0,1 y 0,001 μm ; y los científicos alemanes Teodoro Schwann (1810-1882) y Matías Schleiden (1804-1881), quienes formularon la teoría celular.

La profundización en los conocimientos de la estructura de las sustancias ha permitido al hombre utilizar los electrones, partículas estructurales de los átomos (con una longitud de onda más pequeña que la luz visible), para crear equipos más modernos, como el microscopio electrónico, que han permitido visualizar los detalles de la estructura de la célula, así como también la utilización de otras técnicas para su estudio, tanto estructural como funcional.

Mediante el microscopio óptico se pueden observar en las células del organismo humano las partes ya conocidas, el *citoplasma* y el *núcleo*; sin embargo,

el microscopio electrónico develó algo supuesto desde hace muchos años: la existencia de la *membrana citoplasmática*, una de las partes de la célula y su cubierta externa que la limita de los medios extracelular e intracelular, y que tiene como función principal el intercambio de sustancias entre la célula y esos medios líquidos.

Las sustancias (iones y nutrientes) que son necesarias para el mantenimiento de la vida, como resultado de las reacciones químicas que distinguen los procesos celulares, se transportan al interior y exterior de la célula a través de la membrana, que actúa como una barrera selectiva entre los dos medios, determinada por las características de su estructura química.

La *difusión* a través de la membrana citoplasmática es uno de los procesos que permite el intercambio de sustancias, en este caso a favor de las diferencias de concentración, llamado *gradiente de concentración*; así existe una mayor tendencia de difundir a través de la membrana del medio de mayor concentración al de menor concentración; por ejemplo, el dioxígeno, el dióxido de carbono.

En algunos casos, las sustancias son tomadas o expulsadas de la célula en contra del gradiente de concentración. Por ejemplo, los iones de sodio pueden salir de la célula aun si la concentración de los mismos fuera es mayor que dentro, pero esto puede ocurrir con otros tipos de iones, ya que en ocasiones se precisa de una gran concentración de una sustancia en el líquido intracelular, aunque la concentración en el líquido extracelular sea mínima. Ninguno de estos dos efectos se podría producir por difusión simple, ya que esta equilibra las concentraciones en los dos lados de la membrana. En lugar de ello, y con el requerimiento de energía se produce un movimiento contrario al proceso de difusión, es decir, son transportados de un medio de menor concentración hacia uno de mayor. Este complejo proceso a través de la membrana celular en contra del gradiente de concentración (o contra un gradiente de presión o eléctrico), se denomina *transporte activo*.

Con el uso del microscopio electrónico se ha podido conocer que el *citoplasma* está organizado en un sistema complejo de membranas y vacuolas (cavidades): los orgánulos celulares, donde ocurren un gran número de reacciones exotérmicas que mantienen la vida, proporcionando la energía y las sustancias que se necesitan por el organismo humano.

Entre los orgánulos se encuentran las *mitocondrias*, las cuales tienen un papel fundamental en el *metabolismo celular*, proceso mediante el cual se libera una gran cantidad de energía como resultado de la ocurrencia de las reacciones químicas, y necesaria para las funciones del organismo humano.

Otros de los orgánulos citoplasmáticos son los *centríolos*, que al microscopio óptico se observan como dos pequeños puntos. Estos constituyen estructuras cilíndricas y se ha comprobado que están asociados al proceso de *división celular*.

El *complejo de Golgi*, en forma de saco aplanado, formado fundamentalmente por vacuolas limitadas por membranas, interviene en la elaboración de sustancias de secreción de la célula.

Con la microscopía electrónica también se ha podido conocer la existencia de un orgánulo citoplasmático constituido por un sistema de membranas,

que forman una red o retículo, el cual se encuentra distribuido por toda la célula y que recibe el nombre de *retículo endoplasmático*. La gran superficie del retículo y los múltiples *sistemas enzimáticos* acoplados a sus membranas revelan una participación importante en las funciones celulares. Las enzimas son sustancias que intervienen en las reacciones que ocurren en el interior de las células, aumentando su velocidad, pero que al terminar el proceso permanecen inalterables; por esta razón es que una enzima puede ser usada varias veces en las diferentes reacciones. Asociados a las membranas del retículo endoplasmático o libres dentro del citoplasma se encuentran los *ribosomas*. Estos orgánulos desempeñan un papel importante en la elaboración de sustancias en la célula, como son, entre otras, las enzimas y las hormonas.

En el estudio de las células del organismo humano, al microscopio óptico es visible en el interior de la célula, el *núcleo*, que usualmente presenta una forma redondeada y se encuentra encerrado en una membrana fijada en el citoplasma llamada *envoltura nuclear*, la cual presenta *poros* que facilitan el intercambio entre el núcleo y el citoplasma. Dentro del núcleo se encuentran los cromosomas, en formas de diminutos hilos vinculados a la transmisión hereditaria; se observan además zonas más densas que son los *nucleolos*, los cuales participan en la elaboración de los componentes de los ribosomas.

La reproducción de los seres vivos es una propiedad inherente que garantiza la continuidad de la vida, y tiene en su base los procesos de división que ocurren a nivel de la célula. En el organismo humano la división de las células garantiza el crecimiento, la regeneración de tejidos y también la conservación de nuestra especie.

El proceso de división celular por *mitosis* tiene lugar de forma continua y, durante él, ocurren transformaciones en las diferentes estructuras que componen la célula, siendo significativos los cambios en los cromosomas.

Desde el inicio de la mitosis, los cromosomas, que en el organismo humano son 23 pares, se observan cada vez más gruesos, puesto que se han duplicado; posteriormente, se sitúan en el plano ecuatorial de la célula al desorganizarse la envoltura nuclear. A continuación, se van separando por una región determinada y cada duplicado del cromosoma se mueve hacia los polos de la célula, al propio tiempo que se va produciendo la división del citoplasma hasta formarse dos células, también llamadas *células hijas*, similares a la organización de la célula original. Se comprende la importancia de este proceso para la vida al pensar en una intervención quirúrgica, una quemadura o una fractura, en los cuales se produce la renovación de tejidos, la cicatrización.

En el organismo humano que se reproduce sexualmente tiene lugar el proceso de *fecundación*, mediante el cual se unen dos células, llamadas sexuales, una del organismo femenino (*óvulo*) y una del organismo masculino (*espermatozoide*), y forman el huevo o *cigote*, que posteriormente se desarrolla y da lugar a un nuevo individuo portador de los 23 pares de cromosomas característico de nuestra especie. Si en este proceso no existiera otro tipo de división, la unión de las dos células produce un número de cromosomas diferente al del organismo humano.

Existe un proceso de división celular diferente a la mitosis, que posibilita que se mantenga constante el número de cromosomas de la especie. Este proceso

se llama *meiosis* y ocurre durante la formación de las células sexuales; consiste en dos divisiones celulares sucesivas que dan lugar a células hijas con la mitad del número de cromosomas de la célula madre. Estas células hijas constituyen los óvulos y los espermatozoides.

Para finalizar este estudio es esencial tener en cuenta que todo este conjunto de estructuras que constituyen la célula intervienen en funciones específicas, pero muy relacionadas entre sí, es decir, se integran en un todo que mantiene un constante intercambio con el medio circundante, por lo que podemos afirmar que todas las estructuras que constituyen la célula, y la célula como unidad básica, se encuentran en continuo cambio y transformación, lo cual es una evidencia de las relaciones estructura biológica - función y del movimiento biológico.

TAREAS DE APRENDIZAJE

1. Elabore una tabla con los componentes estructurales de la célula y sus funciones.
2. Argumente esta afirmación: “la vida tiene una variedad de formas; sin embargo, comparten una única organización estructural y funcional”.

8.2 Tejidos fundamentales. Órganos y sistemas de órganos

Los organismos pluricelulares se caracterizan por una organización compleja; lo demuestra el estudio de los organismos como las bacterias y los protistas, y la comparación con las plantas, los animales. En los protistas, organismos unicelulares, una sola célula realiza todas las funciones; por el contrario, en los animales todas estas funciones: respirar, moverse, reproducirse, nutrirse, se logran por la acción coordinada de muchas células.

En el organismo humano ocurre lo mismo, grupos de células están relacionadas y especializadas y se modifican para realizar funciones específicas formando así los *tejidos*.

Los tejidos que forman las diferentes estructuras del organismo humano están constituidos por *células* estructuralmente semejantes y *sustancia intercelular* en mayor o menor concentración, en correspondencia con sus funciones: protección, sostén, absorción, secreción, contracción, recepción de estímulos y transmisión de impulsos nerviosos. Así encontramos en el cuerpo humano varios tipos de tejidos: epitelial, conjuntivo o conectivo, y muscular y nervioso.

El *tejido epitelial* es un tejido de revestimiento, tanto de las superficies externas como de las cavidades y los conductos internos del organismo. Está formado por células muy unidas y con poca sustancia intercelular, que pueden constituir un epitelio simple, si lo forma una sola capa de células; o un epitelio estratificado (en la piel), si está formado por varias capas de células.

El tejido epitelial realiza diferentes funciones: *protección*, como el epitelio estratificado de la piel; *absorción*, en el caso del epitelio simple que reviste las

paredes del intestino que permite el paso de sustancias alimenticias; o función de *secreción*, considerando que esté en las células de este epitelio en el que se elaboran sustancias que pasan a la cavidad intestinal para favorecer la digestión.

El *tejido conectivo* se encuentra prácticamente en todo el organismo, por lo general uniendo o conectando, así como relacionando diferentes órganos; es precisamente a esto a lo que debe su nombre. La observación microscópica de diferentes muestras de tejido conjuntivo demuestra que, a diferencia del tejido epitelial, le es característico presentar abundante sustancia intercelular, la cual puede tener diferente consistencia, es decir, líquida, gelatinosa o fibrosa.

El *tejido conectivo* comprende diferentes variedades, entre ellas el *tejido conectivo fibroso*, el cual debe su nombre a la abundancia de fibra que presenta en la sustancia intercelular. Por ejemplo, los tendones que están entre los huesos tienen abundante tejido de esta variedad que le confiere gran capacidad de tensión.

El *tejido óseo* es otra variedad de tejido conectivo; como sugiere su nombre, se localiza en los huesos del esqueleto, por lo que tiene función de sostén. En este tejido es característica la sólida consistencia de la sustancia intercelular rica en sales de calcio, así como la disposición de esta, lo cual tiene gran significado en la función que desempeña.

El *tejido cartilaginoso* se localiza en estructuras como el pabellón de la oreja, el tabique de la nariz, la tráquea y los bronquios, entre otros; como el tejido óseo interviene en el sostén, entre otras funciones. Las células del tejido cartilaginoso se hallan en espacios libres o lagunas, rodeadas por numerosas fibras fuertes, flexibles y elásticas, lo cual se relaciona con la función que este tejido realiza.

El *tejido adiposo* se localiza, por ejemplo, debajo de la piel, pudiendo ser abundante en el abdomen y los glúteos. En las células de este tejido, el citoplasma ha sido desplazado a causa de la presencia de grandes vacuolas, en las cuales se almacena grasa; una capa de tejido adiposo bajo la piel contribuye a mantener la temperatura corporal, además de amortiguar los efectos de los golpes.

La sangre presenta características propias de tejido conectivo. Los elementos celulares de la sangre, por ejemplo, los glóbulos rojos y los blancos, se encuentran en una abundante sustancia intercelular líquida: el *plasma sanguíneo*. Entre otras funciones, la sangre interviene en el transporte de sustancias a las células, con lo que, de hecho, relaciona los diferentes tejidos entre sí, además de la función de defensa.

El *tejido muscular* está localizado en órganos tráctiles y elásticos como, por ejemplo, los músculos y el estómago. Las células de este tejido, que está especializado en la contracción, se denominan *fibras musculares*, por tener forma alargada en la dirección de la contracción. Es indudable que las contracciones y relajaciones son decisivas en el movimiento del cuerpo.

No todas las fibras musculares presentan iguales características; las que constituyen los músculos que se unen al esqueleto (músculos esqueléticos), son cilíndricas y están provistas de varios núcleos; por presentar bandas o estriaciones, se les denomina *fibras estriadas*.

Las fibras musculares que forman parte de las paredes del estómago y el útero, así como de los vasos sanguíneos, son aguzadas en sus extremos y

poseen un solo núcleo; a diferencia de las estriadas, carecen de bandas o estriaciones, por lo cual se les denomina *fibras lisas*.

Mientras las fibras musculares estriadas se contraen voluntariamente, las lisas lo hacen de modo involuntario. Basándose en estas características se puede decir que los músculos esqueléticos son voluntarios.

En el *tejido muscular cardíaco* que está presente en el corazón, las fibras se encuentran dispuestas en forma de red y sus estriaciones no son bien visibles, de modo que se distinguen. Su contracción es involuntaria.

El *tejido nervioso* está especializado en la excitabilidad y conductividad. Las células del tejido nervioso, denominadas *neuronas*, presentan un cuerpo celular con numerosas prolongaciones; de estas, a las que son generalmente más cortas y numerosas se les llama *dendritas* y transmiten el impulso hacia el cuerpo celular; la prolongación única que, por lo general, es larga se denomina *axón*; este transmite el impulso nervioso, bien hacia otra neurona, un músculo, o una glándula.

Si característico del organismo humano es la agrupación de células en interrelación para formar tejidos con funciones específicas en correspondencia con sus componentes estructurales y la ubicación en el organismo, también es importante saber que estos a su vez se integran para la realización de una o varias funciones, formando los *órganos*.

El estómago, por ejemplo, está constituido por tejido muscular liso; presenta además tejido epitelial simple y tejido nervioso, entre otros, pero la función principal está determinada por el tejido muscular liso.

Al igual que las células y los tejidos, los órganos no se encuentran aislados, sino formando conjuntos, relacionados estructuralmente en la realización, en común, de una o varias funciones; estos conjuntos son los *sistemas de órganos*.

Un ejemplo que permite evidenciar cómo se manifiesta la relación entre los diferentes órganos de un sistema de órganos, lo es el del sistema digestivo. En este, órganos como el esófago, el estómago y el intestino, constituyen un largo tubo, cuya abertura de entrada es la boca y la de salida el ano; la localización de estos órganos, uno a continuación del otro, no deja lugar a dudas acerca de su relación estructural en correspondencia con la función común de transformar los alimentos en sustancias absorbibles para los procesos celulares.

A las interrogantes: ¿cómo mantener la posición erecta, característica del organismo humano?, ¿es posible la liberación de energía sin que el dióxígeno se incorpore a la sangre y de esta pase a las células de todo el cuerpo?, ¿cómo se mantiene la circulación sanguínea?, ¿de qué manera se expulsan al exterior las sustancias tóxicas al cuerpo humano?, ¿cómo se produce la regulación en el organismo para mantener su integridad?, y otras muchas, se puede responder a partir de conocer que en el organismo humano están presentes diferentes sistemas de órganos como los sistemas digestivo, respiratorio, urinario, circulatorio, osteomuscular, endocrino, nervioso y reproductor.

El *sistema osteomuscular*, constituido por los huesos y los músculos, determina la forma y el sostén del cuerpo, e interviene en el movimiento.

El *sistema respiratorio*, formado por las vías respiratorias y los pulmones, hace posible el intercambio de gases entre la sangre y el aire atmosférico, rico en dióxígeno.

El *sistema circulatorio*, está constituido fundamentalmente por los vasos sanguíneos y el corazón; las contracciones y relajaciones del corazón determinan la circulación sanguínea.

El *sistema urinario*, constituido por los riñones y las vías urinarias interviene en la eliminación de sustancias tóxicas y de otras que, sin serlo, se hallan en exceso en el organismo, como por ejemplo el agua.

El sistema endocrino y el nervioso son los responsables de la regulación del funcionamiento del organismo.

Lo estudiado hasta aquí evidencia las relaciones que existen entre las funciones y las estructuras celulares, entre las células en los tejidos, entre los tejidos que constituyen los órganos, entre los órganos que conforman un sistema y estos entre sí. Estas relaciones estructurales y funcionales determinan que el organismo represente un todo único, integrado armónicamente, en el cual tiene una sobresaliente influencia el funcionamiento del sistema nervioso.

De singular importancia en el funcionamiento del organismo como un todo son las reacciones químicas exotérmicas que ocurren en las células a partir de las cuales se producen la energía, las sustancias que el organismo necesita para sus funciones, y otras elaboradas que resultan tóxicas para el organismo y que son eliminadas. Al proceso de formación de nuevas sustancias a partir de otras que llegan a la célula se le denomina *síntesis celular*; y el proceso contrario, de desintegración de sustancias, se denomina *degradación*.

La degradación y la síntesis son procesos en los cuales se producen complejas reacciones químicas que en su conjunto reciben el nombre de *metabolismo*, del griego *metabolé*, que significa cambio, transformación.

TAREAS DE APRENDIZAJE

1. Mencione los tipos fundamentales de tejidos del organismo humano y refiérase, además a las variedades que pertenecen a algunos de estos tipos.
2. Elabore una tabla de comparación entre los tejidos estudiados en cuanto a estructura y función.
3. Seleccione tres tejidos y argumente su importancia para el organismo humano.

8.3 Introducción al estudio de la regulación. Regulación nerviosa y endocrina

La regulación de las funciones en el cuerpo humano está dada fundamentalmente por dos sistemas biológicos: el sistema nervioso y el sistema endocrino, los cuales actúan coordinadamente en la integración y el control de las funciones.

Los componentes generales que participan en los mecanismos de regulación son: *receptor*, *vía* del receptor al modulador, *modulador*, *vía* del modulador al efector, y *efector*. Así por ejemplo, cuando se recibe un pinchazo, ese estímulo es detectado por los receptores que se encuentran en la piel, los cuales originan señales que se propagan por una vía (un nervio) hasta el modulador (médula espinal). En el modulador se transforma la señal que llega y se elabora la respuesta, la cual se propaga por una vía (un nervio) hasta los efectores (músculo), que ejecutan la respuesta (retirada del brazo).

El sistema nervioso interviene en la regulación de las diversas funciones del organismo humano y también posibilita que el organismo, como un todo, se

relacione con el medio ambiente, se adapte a este y lo transforme para su bienestar y supervivencia. ¿Qué propiedades tiene el sistema nervioso que le posibilitan realizar estas funciones? ¿Por qué este sistema constituye la base estructural y funcional de todas las manifestaciones de conducta, desde las más simples hasta el aprendizaje?

La actividad del sistema nervioso es refleja, es decir, se basa en reflejos, que son reacciones del organismo como respuesta a los estímulos, lo cual evidencia la función reguladora del sistema nervioso.

La contracción de la pupila por la incidencia de la luz en nuestros ojos, la contracción de los músculos, las secreciones de hormonas son ejemplos de respuestas reflejas, de reacciones a los estímulos, y se realizan por medio del sistema nervioso.

El mecanismo de regulación ya estudiado está presente en esta actividad refleja; así, los procesos que comprenden desde la recepción de los estímulos hasta la respuesta, se denominan *acto reflejo*, y las estructuras participantes (receptor-vía-modulador-vía-efector) el *arco reflejo*.

Los reflejos que se desarrollan independientemente de la voluntad, se transmiten por la herencia y se manifiestan en todos los individuos de la especie, son denominados *incondicionados*. Sin embargo, la adaptación de los seres humanos a las condiciones naturales y sociales es posible por la existencia de otras respuestas reflejas; se trata de los reflejos *condicionados*, los cuales se forman durante el desarrollo y el aprendizaje individual y en los colectivos humanos.

La conducta del hombre, sus reacciones moduladas por el entorno social, su cultura y tradiciones de las sociedades donde viven, signadas por la exclusividad del desarrollo del pensamiento y el lenguaje, distinguen al ser humano del resto de los animales y por tanto su actividad refleja condicionada.

El carácter reflejo de la actividad del organismo fue estudiado por diferentes científicos, entre ellos, el ruso Iván Pávlov (1849-1936). Este científico distinguió dos tipos de reflejos: incondicionados y condicionados.

Los centros nerviosos en el organismo humano están asociados al denominado *sistema nervioso central* y en íntima relación con él, el *sistema nervioso periférico* constituido por los *nervios* (en general, las fibras nerviosas o axones) y *ganglios nerviosos* (cuerpos de las neuronas) que recorren todo el cuerpo. La especificidad del sistema nervioso central y periférico se corresponde con su ubicación en el organismo humano, al referirse a este sistema es un todo único: el sistema nervioso.

El sistema nervioso central está constituido por el *encéfalo* y la *médula espinal*. Un corte a estos órganos revela dos zonas: una más oscura, denominada *sustancia gris*, y otra más clara, la *sustancia blanca*. La sustancia gris está formada por los cuerpos de las neuronas y la sustancia blanca está constituida por las prolongaciones (dendritas y axón).

La médula espinal es el centro nervioso de numerosos reflejos incondicionados. Los órganos que constituyen el encéfalo (tronco encefálico, cerebelo y cerebro) intervienen en disímiles y complejos reflejos, entre los que se encuentran los siguientes: estornudo, tos, vómito, deglución, ritmo respiratorio, masticación, secreción salival, movimientos de la cara, reflejos oculares, postura, equilibrio, y actividades musculares rápidas. Intervienen en la regulación de las funciones digestiva, circulatoria, respiratoria, así como también en la actividad endocrina. Allí se encuentran centros nerviosos que participan en la percepción

de los olores, los sabores, la audición, la visión, donde ocurren los procesos de la memoria, la inteligencia, el lenguaje y la conciencia, entre otros.

Evidentemente, el sistema nervioso central tiene gran importancia en la integración de los reflejos necesarios para el mantenimiento de la vida y la adaptación del individuo al medio ambiente.

El estudio del sistema nervioso demuestra su relación e importancia en la regulación de las funciones y cómo la actividad nerviosa contribuye a la adecuada relación entre el organismo y el medio ambiente. En su funcionamiento se hace imprescindible que esté constante y adecuadamente informado de lo que ocurre, tanto en el exterior como en el interior del organismo.

En este fenómeno intervienen dos componentes del mecanismo de regulación ya estudiados: los *receptores* y las *vías sensitivas*.

Los receptores son estructuras especializadas, cuya función es la recepción de los estímulos, y por una serie de mecanismos pueden conducir a la generación de impulsos nerviosos. Las vías sensitivas están constituidas por fibras nerviosas que transmiten los impulsos nerviosos al sistema nervioso central.

Los receptores que, como los del tacto, el gusto, el olfato, la visión y la audición, están especializados en la captación de estímulos procedentes del medio ambiente, se denominan *receptores externos*. Los receptores que, distribuidos por todo el interior del cuerpo, están especializados en la captación de estímulos en los tendones, en los vasos sanguíneos y en el estómago se denominan *receptores internos*.

En la piel están situados los *receptores del tacto*, que captan los estímulos de contacto y presión sobre la piel; además, se encuentran los *receptores de la temperatura*, ya sean provenientes de otro cuerpo o de la atmósfera, y también en la piel se localizan los *receptores del dolor*. En la mucosa de la lengua se hallan los receptores del gusto, que nos permiten diferenciar el sabor de las sustancias dulces, saladas, amargas y ácidas.

Los *receptores del olfato* están localizados en la mucosa de la región superior de la cavidad nasal. El estímulo a estos receptores se produce por las sustancias disueltas en los gases al ponerse en contacto con las células del epitelio nasal.

Los *receptores de la visión* están localizados en los ojos o globos oculares, alojados en las cavidades orbitarias, las cuales le sirven de protección al igual que las cejas, las pestañas y las glándulas lagrimales. Como se ha estudiado, el ojo humano está cubierto por la *córnea*, membrana blanquecina resistente que le sirve de protección, transparente en la región anterior para dejar pasar la luz. Debajo de la córnea y en la región anterior se encuentra el *iris*, generalmente pigmentado, que en su centro presenta un orificio denominado *pupila*, la cual aumenta y disminuye su diámetro por contracción muscular (reflejo incondicionado) para regular la entrada de la luz. Detrás de la pupila se encuentra el *cristalino*, estructura transparente en forma de lente; el espacio entre la pupila y el cristalino, y detrás del cristalino está lleno de líquidos de diferente consistencia. En la capa más interna del ojo, llamada *retina*, se localizan las células sensibles a la luz, es decir, los receptores visuales. Las ondas luminosas, luego de atravesar la córnea, la pupila, el cristalino y los líquidos oculares, estimulan los receptores visuales y se transmite el estímulo hasta el encéfalo.

Al estudiar las oscilaciones y ondas se dedicó especial atención a la percepción del sonido por el organismo humano, función realizada por los *receptores auditivos* localizados en los oídos. Al igual que el ojo, el oído humano tiene una

compleja estructura: el oído externo (pabellón de la oreja y conducto externo), que recibe las ondas sonoras; el oído medio, que transmite y refuerza las vibraciones producidas; y en su parte más profunda el oído interno, donde se localizan los receptores que captan las ondas sonoras y se transmiten por impulso nervioso hasta el encéfalo.

En los seres humanos las funciones de estos receptores puede estar acompañada de ciertas especificidades individuales que hacen más aguda la sensibilidad para el gusto, el olor, la audición, y que se desarrolla incluso bajo la influencia de determinadas condiciones sociales; sirvan de ejemplo los catadores (probadores) de vinos, perfumes, o afinadores de instrumentos musicales. Estas personas tienen un especial cuidado en la protección de sus receptores.

Otro sistema de regulación de las funciones con similar mecanismo al estudiado en la regulación nerviosa es el *sistema endocrino*, que a diferencia de la regulación nerviosa utiliza sustancias específicas para producir las respuestas reflejas.

Estas sustancias de naturaleza proteica, producidas por el sistema endocrino, reciben el nombre de *hormonas*. Ellas están formadas en pequeñas cantidades en determinadas células o glándulas, son distribuidas por medio de la sangre por todo el organismo, y producen una respuesta en determinadas células, tejidos y órganos; o ejercen su efecto sobre otras células adyacentes, sin pasar a la sangre, o sobre la propia célula que las produce (autorregulación). Justamente, la denominación de sistema endocrino es porque las hormonas producidas por las glándulas endocrinas o de secreción interna actúan dentro del propio organismo.

Las hormonas provocan efecto sobre determinadas células, tejidos y órganos, a los que se les llama, en este caso, "blanco o diana". Por la acción de la hormona en cuestión se produce alguna modificación en las funciones de ellos, lo cual constituye una forma de regulación.

Entre las glándulas del sistema endocrino está la *hipófisis*, una glándula pequeña, de 1 cm de diámetro aproximadamente, situada en una depresión de un hueso del cráneo llamado esferoide. Algunas de las hormonas que secreta esta glándula regulan las funciones metabólicas de otras glándulas endocrinas y otras actúan sobre tejidos y órganos regulando, entre otras funciones, el crecimiento, la concentración de agua en el organismo, la contracción del útero durante el parto y las glándulas mamarias durante la lactancia materna.

El *tiroides* se encuentra inmediatamente por debajo de la laringe, a ambos lados y por delante de la tráquea. Esta glándula secreta varias hormonas que, en sentido general, aumentan la actividad metabólica de la mayor parte de los tejidos, al estimular la degradación de las sustancias nutritivas con la consiguiente liberación de energía, e influye en el crecimiento del cuerpo y en la maduración mental.

Las *paratiroides* son cuatro pequeñas glándulas situadas en la cara posterior de la glándula tiroides, y secretan una hormona que regula el metabolismo del calcio y el fosfato; por su acción, aumenta o disminuye la concentración de iones de calcio y de fosfato en la sangre.

Las *glándulas suprarrenales* son dos cuerpos pequeños, situados en la parte superior de los riñones. Las hormonas de esta glándula suprimen la fatiga muscular y aumentan la capacidad defensiva del organismo contra diferentes agentes nocivos. La adrenalina es una hormona secretada por esta glándula, que estimula la actividad cardíaca, así como la contracción de las paredes de los

vasos sanguíneos y, por tanto, aumenta la presión sanguínea. En los estados emocionales, tales como la ira o el miedo, aumenta bruscamente la secreción de adrenalina y su alta concentración en la sangre se manifiesta por palidez de la piel, taquicardia, etcétera.

El *páncreas*, en su actividad endocrina, secreta dos hormonas; una de estas es la insulina, que, entre otras funciones, favorece la entrada de la glucosa a las células y estimula su utilización. Insuficientes cantidades de insulina en sangre, por disminución del funcionamiento del páncreas, produce la enfermedad denominada *diabetes mellitus*.

Las *glándulas sexuales*, además de producir los gametos, secretan hormonas. Estas glándulas, representadas en la mujer por los ovarios, y en el hombre por los testículos, secretan hormonas que influyen en la manifestación de los caracteres sexuales, tales como el desarrollo de los genitales, la distribución del vello, entre otros.

La regulación de diversas funciones en el organismo por las hormonas demuestra la importancia de este sistema para el mantenimiento de la vida, mediante el control sobre la concentración de sustancias e iones en los medios intra y extracelular que participan en los procesos metabólicos.

Las glándulas del sistema endocrino realizan, junto con el sistema nervioso, las más complejas funciones de coordinación, que hacen posible que ningún órgano actúe aisladamente, sino en coordinación con los demás, causa por la cual el organismo funciona como un todo.

Las alteraciones en el funcionamiento de los sistemas de regulación pueden provocar serias afectaciones en el organismo, atendiendo a su importancia en la integridad de las funciones, por lo que se hace imprescindible conocer las medidas higiénicas y ponerlas en práctica, para lograr el desarrollo favorable y la actividad normal del organismo:

- En primer lugar, el aseo personal evita las infecciones en la piel, la aparición de enfermedades bacterianas o virales en el oído o en los ojos.
- Crear condiciones adecuadas para la proyección de la luz al estudiar, de manera que los rayos luminosos incidan sobre lo que se lee y escribe, al igual que observar la distancia adecuada entre los objetos y nuestros ojos.
- Proteger los ojos y oídos de contaminantes atmosféricos, objetos punzantes que pueden provocar ardencias, irritación, y lastimar los conductos y estructuras anatómica de esos órganos.

Una recreación sana, la no ingestión de bebidas alcohólicas, el evitar los sonidos de alta intensidad, los ejercicios físicos, el descanso organizado y oportuno, el buen estado de ánimo son condiciones que favorecen la salud de los sistemas nervioso y endocrino.

TAREAS DE APRENDIZAJE

1. Elabore un modelo del mecanismo de regulación nerviosa para la respuesta al contacto con un objeto caliente. Auxíliase de la figura 33 del libro de texto *Biología 3. 9no. grado*.
2. ¿Qué le ocurriría al organismo humano si no le funcionaran los sistemas reguladores?

3. ¿Cuáles son los principales aportes del científico ruso Iván Pavlov al estudio de la actividad refleja?
4. Argumente cómo puede conservar el funcionamiento óptimo de sus receptores.
5. ¿Por qué el sistema endocrino es un sistema de regulación?

8.4 Funciones vegetativas

Los mecanismos de regulación estudiados inciden en el funcionamiento de todos los sistemas, entre ellos los que aseguran el intercambio del organismo con el medio ambiente, condición esencial de la vida.

Los sistemas digestivo, circulatorio, respiratorio y urinario están directamente relacionados con la transformación de las sustancias para su transportación hasta las células del cuerpo, y la obtención de energía y compuestos que el organismo necesita para su desarrollo y mantenimiento, al igual que para expulsar las sustancias nocivas como resultado de las reacciones metabólicas y también aquellas que se encuentran en exceso en el organismo.

A estas funciones se les ha nombrado *vegetativas*, por constituir funciones básicas del organismo. Antes de iniciar el estudio de las funciones vegetativas es imprescindible tratar las fuentes de los nutrientes que el organismo humano necesita para todas sus funciones, es decir, los *alimentos*.

Los conocimientos sobre los alimentos permiten adoptar una conducta consciente sobre las necesidades que tenemos de incorporar a nuestra dieta la diversidad de nutrientes y en las cantidades suficientes e indispensables para asegurar las funciones del organismo.

Las proteínas, los carbohidratos, las sustancias grasas y las vitaminas, componentes de los alimentos e imprescindibles en la nutrición, son ejemplos de *sustancias biorgánicas*, llamadas así porque son compuestos fundamentales de la materia viva a diferencia de la composición inorgánica de la materia no viva. Estas sustancias biorgánicas tienen en su composición carbono, hidrógeno, nitrógeno, oxígeno, azufre, fósforo, hierro, zinc, entre otros elementos químicos esenciales.

Otros nutrientes, como el agua y las sales minerales, son ejemplos de sustancias inorgánicas pues, aunque se encuentran constituyendo parte de los organismos, también forman parte de la naturaleza no viva.

En los libros de textos escolares y otros especializados en alimentos se pueden encontrar diversas clasificaciones de los grupos de alimentos; así, un criterio utilizado teniendo en cuenta la sustancia nutritiva que predomina, su grado de importancia y su función para el organismo, los clasifica en tres grupos, denominados también grupos básicos de alimentos; estos son: los energéticos, los constructores, reparadores o estructurales, y los reguladores.

Alimentos energéticos, representados por aquellos en los que predominan los carbohidratos (arroz, pastas alimenticias, papa, boniato, malanga, etc.) y las grasas (aceites, mantequilla, mayonesa, etcétera). Proporcionan al organismo la energía necesaria para la realización de diferentes funciones como el transporte activo, las contracciones musculares o la elaboración de sustancias que el organismo necesita.

Alimentos constructores, reparadores o estructurales, en los cuales las proteínas son las sustancias nutritivas predominantes (leche, huevos, frijoles, embutidos, hortalizas, cereales, y otros). La función principal de estos alimentos es la construcción y reparación de tejidos y células dañadas, el crecimiento, el desarrollo y la defensa del organismo. Es interesante conocer que en el organismo humano se han descubierto más de 1 000 proteínas, al punto que se afirma con razón que son las sustancias orgánicas más abundantes de las células. Las enzimas son proteínas que están presentes en la composición de las hormonas, así como también de la piel, el cabello, y en cientos de sustancias estructurales del cuerpo y de las reacciones químicas que ocurren en las células.

Alimentos reguladores, son los que aportan las vitaminas (A, B, C, D, E, K) y las sales minerales importantes para la regulación de las funciones (zanahorias, lechuga, tomate, guayaba, naranjas, etcétera). Los alimentos también se clasifican de acuerdo con su origen y se obtienen variados grupos como: Grupo I, cereales y viandas; Grupo II, vegetales; Grupo III, frutas; Grupo IV, carnes, aves, pescado, huevos y frijoles; Grupo V, leche, yogurt y quesos; Grupo VI, grasas; y Grupo VII, dulces y azúcar.

Otras clasificaciones tienen en cuenta la composición química y los separan en minerales (agua, sales de hierro, fósforo, etc.), ternarios (azúcares, grasas) y cuaternarios (proteínas).

Tabla 8.1 **Composición de algunos alimentos en carbohidratos, grasas y proteínas (expresada en 100 g de parte comestible)²**

No. por orden	Alimentos	Proteínas	Grasa	Carbohidratos
1	Leche fresca	2,8	2,5	5,8
2	Yogurt	2,6	2,2	5,9
3	Helado	3,1	15,3	23,1
4	Pescado	23,5	1,4	0
5	Carne	30,8	2,5	0
6	Pollo	20,3	19,1	0
7	Huevo	13	12,0	1,0
8	Arroz	1,8	0,7	30,7
9	Pastas alimenticias	4,7	0,3	22,2
10	Frutas cítricas	1,1	0,2	11,3
11	Galletas	10,6	7,6	75,6
12	Refrescos	0	0	12,0

² Adaptado de Colectivo de autores: *Biología 3. 9no. grado*, Ed. Pueblo y Educación, Ciudad de La Habana, 1991, p. 85.

Tabla 8.2 **Alimentos que aportan minerales (selección)**³

Minerales	Alimentos
Calcio	Leche, queso, yogurt, col, granos
Fósforo	Cereales y sus derivados, pescados, carnes, huevos, aves, granos
Hierro	Huevo, carnes, granos, semillas, hortalizas de hojas verdes
Sodio y cloro	Pescados, productos lácteos, hortalizas y frutas
Potasio	Pescados, carne, aves, granos, semillas
Magnesio	Granos, hortalizas de hojas verdes
Cinc	Alimentos proteínicos de origen vegetal y animal
Cobre	Semillas, granos, pescado
Fluor	Vegetales y frutas, pescado
Manganeso	Vegetales de hojas verdes
Yodo	Pescados, vegetales

Tabla 8.3 **Función reguladora de las vitaminas**⁴

Vitaminas	Relación de algunos alimentos que los contienen	Algunas de sus funciones reguladoras
Vitamina A	Mantequilla, yema de huevo, vegetales verdes y amarillos	En el crecimiento corporal, en la resistencia a enfermedades respiratorias
Vitamina C	Frutos cítricos, tomate, col (sin cocinar)	En la resistencia del organismo contra las enfermedades
Vitamina B12	Carnes, pescados, leche, huevos	En la formación de los glóbulos rojos
Vitamina D	Leche, hígado de pescado	En el crecimiento y desarrollo de los niños
Vitamina K	Espinaca, col	Interviene en la coagulación de la sangre

³ Ileana Valmaña: *Cómo alimentar al bebé*, Ed. Oriente, Santiago de Cuba, 1992, p. 25.

⁴ Adaptado de Colectivo de autores: *Biología 3. 9no. grado*, Ed. Pueblo y Educación, Ciudad de La Habana, 1991, p. 87; y Mario Dihigo y José Wegener: *Ciencias de la Naturaleza y Nociones de Higiene*, Distribuidora Escolar, S.A., Caracas, p. 225.

Los datos aportados por estas tablas y el conocimiento de las clasificaciones de los alimentos nos ofrecen la oportunidad de valorar diferentes alternativas para decidirnos por la necesidad de hacer una dieta balanceada, donde estén presentes alimentos representativos de cada grupo básico, siempre que sea posible, ya que no existe un solo alimento que sea capaz de aportar todos los nutrientes que el organismo humano necesita para su desarrollo y mantenimiento.

TAREAS DE APRENDIZAJE

1. Elabore diferentes alternativas de menú que se correspondan con una dieta saludable, a partir de los siete grupos básicos de alimentos.
2. Valore sus gustos alimentarios teniendo en cuenta el concepto de una dieta balanceada.
3. Fundamente esta afirmación: "Consumir vegetales todos los días reporta beneficios para nuestra salud".
4. Investigue las frutas y vegetales ricos en vitaminas A, C y E.
5. ¿Qué piensa si por falta de nutrientes no se pueden elaborar las hormonas que el organismo necesita para la regulación de las funciones?

8.5 Características generales de la estructura y función del sistema digestivo

Los alimentos que se ingieren le suministran al organismo agua, minerales y otros nutrientes. Para convertirse en sustancias asimilables deben ocurrir en ellos transformaciones físicas y químicas hasta quedar reducidos a moléculas sencillas, que pueden ser transportadas por la sangre a todas las células del organismo. Estas modificaciones ocurren en el *sistema digestivo* y finalizan con la expulsión de los residuos no aprovechables.

El sistema digestivo está formado por el *tubo digestivo* y las *glándulas anexas* a este. Se extiende desde la *boca* hasta el *ano* y sus órganos se encuentran alojados en la cavidad bucal, la cavidad torácica y abdominal. Los órganos del sistema están formados por tejido muscular que propicia las contracciones y relajaciones indispensables para el movimiento de los alimentos por todo el tubo digestivo y su transformación gradual en sustancias simples.

Las glándulas anexas, aunque no forman parte del tubo digestivo, son fundamentales en la *digestión* o transformación de los alimentos en sustancias más simples debido a la secreción de sustancias imprescindibles en la transformación de los alimentos, los cuales son conducidos al tubo digestivo por medio de conductos.

Entre estas glándulas anexas se encuentran las *glándulas salivales*, que secretan la saliva a la cavidad bucal.

El *hígado*, situado en la porción superior y derecha de la cavidad abdominal, secreta la bilis que participa en la digestión.

El *páncreas* interviene en la digestión de alimentos, mediante la secreción del jugo pancreático.

Los procesos que conforman la función digestiva están integrados por la *ingestión*, la *digestión*, la *absorción* y la *egestión*.

La *ingestión* comienza con la llegada de los alimentos a la *boca*; allí, por la acción mecánica de los *dientes*, los alimentos son triturados (masticación) en fragmentos cada vez más pequeños, lo que favorece el efecto de las *secreciones salivales* que tienen entre sus componentes unas sustancias denominadas *enzimas digestivas*, las cuales actúan en la transformación de los alimentos en sustancias más simples. Precisamente los alimentos que contienen carbohidratos (pan, arroz, etc.) inician en la boca su transformación bajo la acción de la saliva.

Luego de la masticación los alimentos son *deglutidos*, es decir, impulsados de la cavidad bucal por la lengua hacia la *faringe* y descienden por el *esófago* hasta el *estómago*. Por los movimientos que se producen en el estómago, en él se mezclan las sustancias con los *jugos gástricos* ricos, en enzimas digestivas secretadas por las células del tejido epitelial que cubre su cara interna. Así se inicia la *digestión*.

Las enzimas digestivas del jugo gástrico actúan sobre los alimentos ricos en proteínas y, en menor grado, sobre las grasas emulsionadas.

Las funciones motoras del estómago son varias: almacenamiento de alimentos, mezcla de estos alimentos con las secreciones gástricas hasta que formen una mezcla semilíquida, y por último el vaciamiento lento de los alimentos desde el estómago hacia el intestino delgado a una velocidad adecuada para que puedan realizarse el resto de los procesos digestivos.

Del estómago, los alimentos pasan hacia el *intestino delgado*, donde además de las glándulas que forman parte de su capa interna, se encuentran numerosos pliegues y las *vellosidades intestinales*, prolongaciones sumamente pequeñas, básicas en la absorción de los nutrientes. El páncreas y el hígado vierten sus secreciones en el intestino delgado, más las que se producen por las glándulas que se encuentran en las paredes del intestino, y todas en su conjunto actúan sobre las sustancias que provienen del estómago. Los movimientos del intestino favorecen la acción de estos jugos sobre las sustancias en transformación.

En el intestino delgado concluyen las transformaciones, iniciadas en la boca, de los carbohidratos en *azúcares simples* como productos finales, las proteínas aquí se transforman en *aminoácidos* (compuestos orgánicos que tienen en su composición los elementos carbono, oxígeno, hidrógeno, nitrógeno y azufre) y las grasas en aminoácidos y glicerina.

En resumen, en el intestino delgado se producen los productos finales de la transformación de los carbohidratos, grasas y proteínas. El agua, las sales minerales y las vitaminas no sufren cambios en el tubo digestivo; son absorbidas tal como se ingieren.

El proceso de *absorción* se realiza fundamentalmente en el intestino delgado y se caracteriza por el paso de los productos finales de la digestión disueltos en líquidos, hacia el interior de las células que forman las vellosidades intestinales por difusión o transporte activo, y de allí a la sangre que las transporta hacia los diferentes tejidos y sus células para la ocurrencia de las reacciones de síntesis y degradación de las sustancias.

La totalidad de los alimentos ingeridos no se transforman, por lo que después de concluida la absorción, en el tubo digestivo quedan parte de los alimentos, como son, entre otros, cáscaras de frijoles, semillas y fibras vegetales, que junto al agua pasan lentamente para el *intestino grueso*, donde se produce la absorción de gran parte del agua y la formación de las heces fecales.

Las heces fecales son expulsadas al exterior, lo que constituye la *egestión* o *defecación*, que ocurre por el ano y es controlada por el sistema nervioso.

Del estudio de la estructura y función del sistema digestivo se puede valorar la importancia para el mantenimiento de la vida, por lo que es necesario contribuir a conservarlo en buen estado y tomar las medidas que estén a nuestro alcance para preservar su buen funcionamiento que garantice una relación adecuada con el resto de los sistemas.

Es comprensible que la primera precaución debe estar relacionada con el estado de los alimentos que se consumen, ya que estos pueden estar contaminados con sustancias tóxicas y microorganismos dañinos al ser humano, como pueden ser bacterias, protistas y hongos, causantes de enfermedades, en ocasiones con graves lesiones al sistema digestivo.

Otro aspecto importante en la conservación de los propios órganos del sistema es, por ejemplo: cuidar los dientes para que puedan realizar su función de triturar los alimentos, lo cual significa proteger el estómago y los intestinos donde estos alimentos siguen su transformación.

Se debe evitar:

- El exceso de azúcar blanca y grasas.
- Ingerir alimentos en mal estado de conservación.
- Consumir alimentos mal cocinados.
- Sobrecargar los procesos digestivos con el consumo de alimentos a toda hora.
- Ingerir más alimentos de los que nuestro organismo necesita para sus necesidades energéticas o para la construcción de tejidos o su reparación, provocando depósitos de grasas y obesidad con todas las consecuencias que esto conlleva, como son la diabetes, la hipertensión y otras enfermedades circulatorias.
- Consumir bebidas alcohólicas. No son componentes de una dieta saludable.

Se recomienda:

- Lavar los alimentos que se ingieren crudos, como las verduras y las frutas.
- Comer diferentes alimentos para garantizar una dieta balanceada.
- Mantener un horario regular para ingerir los alimentos, que permita concluir la digestión.
- Realizar ejercicios físicos para mantener el peso corporal deseado.
- Visitar periódicamente al dentista y cepillar los dientes después de las comidas, para conservarlo en buen estado.
- Masticar despacio y completamente los alimentos para lograr porciones cada vez más pequeñas y, por lo tanto, aumenta la superficie de estos expuestos a la acción de las secreciones digestivas.
- Hacer del momento de alimentarse, tanto en lo individual como si se hace en un colectivo, un espacio o reunión agradable y amena.

TAREAS DE APRENDIZAJE

1. Elabore una tabla que le permita relacionar los órganos del sistema digestivo con sus funciones.
2. Realice una lista con los términos que le han resultado nuevos al estudiar el sistema digestivo. Escriba a continuación de cada término su definición (¿qué es?).

3. ¿Cuál es la transformación final de los alimentos como resultado de la digestión? ¿Qué relación existe entre estas transformaciones y la ocurrencia de las reacciones de síntesis y degradación de las sustancias a nivel celular?
4. Mencione algunas de las enfermedades del sistema digestivo y su causa fundamental, a partir de la búsqueda de información?
5. Si realiza un autoanálisis de la conservación que realiza de su sistema digestivo, teniendo en cuenta el comportamiento higiénico aconsejado, ¿cuál sería su autovaloración?
6. Argumente esta afirmación: "En la digestión, como proceso, están presentes distintos tipos de movimientos en la naturaleza".

8.6 Características generales de la estructura y función del sistema respiratorio

El *sistema respiratorio* está constituido en el organismo humano por las *vías respiratorias* y los *pulmones*, y tiene la función de permitir el intercambio gaseoso con el medio ambiente, de dioxígeno para las reacciones químicas de degradación de sustancias y obtención de energía, y la expulsión del dióxido de carbono resultante de estas reacciones. ¿Cómo ocurre este proceso?

Primero, es importante recordar que el aire atmosférico tiene en su composición fundamentalmente dioxígeno, dinitrógeno, dióxido de carbono y vapor de agua. Justamente el dioxígeno presente en el aire, que penetra por las vías respiratorias hasta los pulmones, pasa a la sangre que lo transporta hasta todas las células del cuerpo, y de la sangre pasa a los pulmones el dióxido de carbono que es expulsado al exterior a través de las fosas nasales.

En esta síntesis están presentes varios procesos físicos, químicos y órganos que se deben conocer para comprender la integración de los procesos en la naturaleza y en particular en el organismo humano. ¿Se podrá vivir sin el aire que respiramos? ¿Qué diferencias existen entre intercambio de gases y respiración?

Respirar, cotidianamente se identifica por la toma y expulsión de aire; sin embargo, este proceso realmente es un intercambio de gases y está conformado por dos movimientos involuntarios: la *inspiración*, que resulta de la contracción fundamentalmente del *músculo diafragma*, el cual provoca la elevación de la caja torácica y con ello hala de las membranas que cubren los pulmones provocando su distensión y por tanto el aumento de volumen. La diferencia de presión entre el aire en los pulmones (menor) y el exterior (mayor) permitirá que el aire penetre en ellos, fenómeno ya estudiado al tratar el gradiente de concentración. La *espiración* o salida del aire al exterior se produce al cesar la contracción ya mencionada; baja la caja torácica a su posición normal, al igual que los pulmones; la diferencia de presión es mayor en el interior de los pulmones, por la reducción del volumen, y favorece la salida del aire.

La frecuencia del ciclo de inspiración-espiración puede variar en dependencia de numerosos factores y está regulada por el sistema nervioso. Por ejemplo, cuando realizamos un gran esfuerzo físico, es mayor su frecuencia, ya que las

necesidades energéticas de los músculos aumentan, con lo cual se consume más cantidad de dióxido y se produce más cantidad de dióxido de carbono; al aumentar el nivel de este último en la sangre, determinados receptores especializados en captar el aumento de concentración del dióxido de carbono, se estimulan y se transforma el estímulo en impulso nervioso, que es conducido hacia los centros nerviosos; la respuesta consiste en el aumento de la frecuencia del ciclo de inspiración-espирación, hasta disminuir la alta concentración del dióxido de carbono en la sangre. El ritmo involuntario de inspiración-espирación, primer acontecimiento al nacer el ser humano, lo acompañará hasta su muerte.

En este movimiento del aire por el interior de las vías respiratorias se identifican en el orden de continuidad: las *fosas nasales*, la *faringe* (interviene también en la digestión), la *laringe*, la *tráquea* y los *bronquios*. Estos órganos están revestidos por un epitelio ciliado y glándulas que secretan mucus para mantener las condiciones de humedad, temperatura y limpieza que debe tener el aire que circula hasta los pulmones. El reflejo de la tos y el estornudo son provocados por el estímulo de presencia de sustancias extrañas en las vías respiratorias.

La *laringe* se encuentra situada en el cuello; es una vía constituida por cartílago y músculo, y tiene la especificidad de ser el *órgano de la fonación*, donde se encuentran unos pliegues o *cuerdas vocales* que participan en la emisión del sonido.

A continuación está situada la *tráquea* constituida por anillos cartilaginosos en forma de U que finalmente se bifurca en los bronquios (en número par). Los *bronquios* se ramifican dentro de cada pulmón formando una malla o ramificaciones muy finas denominadas *bronquiolos*, que posibilitan que el aire inspirado llegue a toda la superficie de intercambio de los pulmones.

Los *pulmones*, de constitución esponjosa y de forma cónica, son unos órganos en número par situados en la cavidad torácica a cada lado del corazón; tienen la singularidad de estar formados por millones de pequeñísimos sacos o cavidades nombradas *alvéolos pulmonares* hasta donde llega cada bronquiolo. Precisamente en estos alvéolos se produce el intercambio gaseoso entre la sangre y el aire, ya que están constituidos por una fina capa epitelial, bajo la cual hay una rica red de vasos sanguíneos. La sangre que llega por los vasos sanguíneos al alvéolo pulmonar tiene una gran concentración de dióxido de carbono y muy poca de dióxido, en tanto en el interior del alvéolo ocurre lo contrario; esta diferencia de concentración de los gases provoca la difusión a través de la membrana de las células del epitelio en correspondencia con el lado de mayor concentración.

¿Qué ocurre con el dióxido que se transporta por la sangre hasta las células? Por difusión, penetra al interior de las células que constituyen los tejidos y pasa al interior de las mitocondrias por igual mecanismo, y es el elemento fundamental que forma parte de las reacciones químicas de degradación de las sustancias resultantes de la digestión. Como productos de este proceso metabólico se libera la energía suficiente que el organismo utiliza en sus funciones y además se obtiene dióxido de carbono y agua, que son transportados por la sangre y expulsados al exterior. A estas reacciones de degradación celular se le

denomina *respiración*. Como se ha podido argumentar, la respiración como proceso es más que el intercambio gaseoso.

Las conductas saludables son manifestaciones positivas del conocimiento y comprensión de las funciones del organismo y la necesidad de que se realicen adecuadamente. ¿Cómo se puede contribuir al buen funcionamiento del sistema respiratorio?

Se debe evitar:

- Contaminar el aire atmosférico con conductas individuales y colectivas irresponsables.
- El mal hábito de fumar.
- Una vida sedentaria.
- Permanecer largo tiempo en lugares cerrados o de poca ventilación.
- Dormir en la noche en locales con animales, plantas, flores y lámparas de combustión (las que producen llamas) encendidas.
- Usar ropas ceñidas, al punto que limiten el movimiento de inspiración-espiración.

Se recomienda:

- Contribuir con nuestra conducta a la no contaminación del aire.
- La práctica sistemática de ejercicios físicos y el deporte.
- Inspirar por la nariz para que el aire tenga las condiciones de limpieza, temperatura y humedad idóneas para el organismo.
- Proteger las fosas nasales cuando estamos en un lugar con el aire enrarecido por polvo u otras sustancias tóxicas.
- Taparse la boca al estornudar, al toser. Si se han utilizado las manos para esta acción deben lavarse siempre que sea posible.

Primeros auxilios en casos de asfixia

Los *primeros auxilios* son una serie de medidas que se toman de forma inmediata y provisional en casos de accidentes o de ciertas enfermedades imprevistas. Tales medidas se realizan generalmente en el lugar del accidentado a cargo de un médico, que es quien debe realizar el tratamiento definitivo; no obstante, se puede ofrecer auxilio cuando se cuenta con los conocimientos que a continuación ofrecemos.

Entre los accidentes más frecuentes vinculados al sistema respiratorio se encuentran las asfixias causadas por desastres naturales, como los terremotos, las grandes inundaciones, o los incendios.

La *asfixia* es un estado particular del organismo en que están disminuidas o ausentes las funciones vitales por falta del dioxígeno necesario para la vida normal, y acumulación de exceso de dióxido de carbono en la sangre.

Su síntoma se reconoce en la pérdida del conocimiento precedida de dolores de cabeza, zumbido de oídos, cianosis, disnea, aumento en el número de respiraciones hasta la detención total de la respiración. Puede haber subida de presión arterial al comienzo y aumento del número de pulsaciones por minutos, para luego descender hasta su abolición (parálisis cardíaca).

En caso extremo, la asfixia conduce a espasmos pulmonares, seguidos de flacidez y relajación muscular completa, dilatación de las pupilas, y muerte.

La asfixia puede ser producida por diferentes causas, entre ellas: compresión, obstrucción, estrangulación, por aire enrarecido o por sustancias tóxicas.

Los cuerpos extraños que obstruyen las vías respiratorias pueden ser extraídos con los dedos o con unas pinzas apropiadas. A veces un objeto pequeño puede ser expulsado poniendo al individuo con la cabeza hacia abajo y golpeándole la espalda. A veces se expulsa al toser o al sonar la nariz, con una ventana nasal tapada.

Si en una circunstancia dada no hay posibilidad de encontrar el obstáculo que puede provocar la muerte de la persona, debe procederse a hacer una incisión no mayor que una pulgada en el centro del cuello, dos dedos por debajo de la nuez y en la línea media, y después hacer el corte hasta la tráquea, lo que se nota porque el aire entra y sale por la incisión; se debe introducir algo para que la herida se mantenga abierta y el aire pueda entrar y salir con facilidad (traqueotomía).

En caso de obstrucción incompleta y en un medio adecuado (hospital) se puede introducir un catéter o tubo de goma fino por la boca o la nariz hasta la tráquea (entubación).

En *asfixias por compresión* se quita rápidamente todo el peso que está comprimiendo el cuerpo, se elimina la ropa en el sitio del aplastamiento para observar si hay herida con fracturas. En caso negativo, se fricciona violentamente la parte anterior del pecho y se procede a la respiración artificial.

En la *asfixia por sumersión* el sujeto debe ser extraído del agua lo más pronto posible. Se le quitarán las ropas húmedas, los cuerpos extraños que pueda tener en la boca (prótesis, etc.), y si la lengua está doblada hacia atrás se practicará la tracción de la misma. Se colocará boca abajo, haciendo ligeras compresiones en la parte baja del tórax para ver si elimina el agua, y después se cubrirá con alguna tela o frazada para darle calor. Inmediatamente se le debe aplicar la respiración artificial.

La respiración artificial debe iniciarse de inmediato a causa de las lesiones que se pueden producir por la falta de dioxígeno, incluso en períodos de tiempo muy cortos.

El método de respiración boca a boca ha demostrado su superioridad frente a otras técnicas, como la de presión en la región dorsal y elevación de los brazos, y es el método recomendado por la Cruz Roja y otras organizaciones de primeros auxilios. Para realizar la respiración boca a boca, se debe proceder así:

- Colocar al accidentado mirando hacia arriba y con la cabeza ladeada, para evitar que la lengua obstruya la vía aérea.
- La persona que realiza el boca a boca tapa con su mano la nariz de la víctima, y coloca su boca sobre la del paciente, insuflando cuatro respiraciones rápidas y profundas.
- Si no se reestablece la respiración espontánea, hay que pasar a realizar una respiración cada cinco segundos, lo que permite que se elimine el aire acumulado en los pulmones de la víctima entre respiración y respiración.

Se debe continuar hasta que la víctima recupere la respiración o hasta que llegue la ayuda especializada. Si la víctima es un bebé o un niño pequeño, la boca de la persona que realiza el boca a boca debe cubrir tanto la boca como la nariz, y el aire debe ser insuflado en pequeñas cantidades y con una frecuencia de una respiración cada tres segundos.

Nunca se debe dar líquidos a la persona que esté sin respiración, por la posibilidad de que estos pasen a las vías respiratorias.

TAREAS DE APRENDIZAJE

1. ¿Por qué la sangre que llega por los vasos sanguíneos al alvéolo pulmonar tiene una gran concentración de dióxido de carbono y muy poca de dioxígeno?
2. ¿Es lo mismo respiración que intercambio de gases?
3. ¿Qué relación se establece entre la respiración y la digestión?
4. Si hace un experimento para estudiar la composición del aire espirado, cuáles serían los principales compuestos encontrados. ¿Cómo lo explicaría?
5. Después de estudiada la respiración, tiene argumentos para responder esta interrogante. ¿Por qué el metabolismo se puede considerar un proceso de integración físico-químico-biológico?
6. Si conoce algunas enfermedades del sistema respiratorio, menciónelas y explique cómo proceder para evitarlas o eliminarlas.

8.7 Los órganos excretores.

Características generales de la estructura y función del sistema urinario

Al estudiar el sistema digestivo se destacó la transformación de los alimentos en sustancias útiles para la elaboración de nuevas sustancias y degradación de otras, y para la obtención de energía necesaria en las diferentes funciones del organismo; también se enfatizó que otras sustancias finalmente no son digeridas por el organismo y son expulsadas al exterior en forma de heces fecales mediante la egestión. Como resultado de la respiración celular se obtienen el dióxido de carbono, perjudicial al organismo, y agua que son transportados por la sangre hasta los pulmones; de los alvéolos pulmonares pasan al aire que se encuentra allí para ser expulsado finalmente al medio ambiente durante la espiración. En estos procesos ambos sistemas, digestivo y respiratorio, tienen función excretora.

Además, por medio del sudor también se eliminan agua y algunas sales, de manera que la piel, mediante las glándulas sudoríparas, hace función de órgano excretor.

En el organismo humano, además de los órganos mencionados, los *riñones* y las *vías urinarias* son los órganos fundamentales de la excreción, y de conjunto constituyen el sistema urinario.

Los *riñones*, parecidos a dos grandes frijoles, se hallan en la cavidad abdominal, uno a ambos lados de la columna vertebral; en su constitución presentan, aproximadamente, entre los dos, dos millones cuatrocientos mil *nefronas*.

¿Qué función realizan las nefronas? Estas estructuras no observables a simple vista forman la *orina*, líquido compuesto por agua y sales minerales, con el cual se eliminan agua y sustancias nocivas al organismo como la urea y el ácido úrico. La *nefrona* presenta una estructura en forma de madeja, formada por una fina red de vasos sanguíneos; la sangre que circula por estos vasos transporta tanto las sustancias de desecho del metabolismo como otras útiles para el organismo y que deben llegar a las células. En el recorrido de la sangre por la nefrona se produce un filtrado de la sangre. Las sustancias que pasan por el proceso de filtración constituyen la *orina inicial*.

La orina inicial continúa el recorrido por la nefrona, durante el cual se produce una *reabsorción* de las sustancias necesarias al organismo; y las de desecho, en su mayoría tóxicas, junto a otras sustancias en exceso como agua y sales, salen del riñón hacia las vías urinarias constituyendo la *orina final*.

¿Cuáles son estas vías? De los riñones salen unas estructuras tubulares llamadas *uréteres*, que bajan por el abdomen y constituyen vías de paso hasta la *vejiga urinaria*, órgano de paredes musculares situadas en la parte anterior de la pelvis y receptáculo de la orina, la cual se almacena allí y, solo cuando su contenido alcanza determinada cantidad, provoca que se estimulen receptores que se encuentran en sus paredes y, como respuesta al estímulo, se siente la necesidad de orinar. Se producen aproximadamente de 1 a 1,5 litros de orina en condiciones de funcionamiento normal de los riñones.

De la vejiga la orina pasa al exterior mediante la *uretra*, porción final de las vías urinarias. En el sexo masculino la uretra constituye la porción final del sistema reproductor; en la mujer el orificio queda independiente del orificio vaginal.

Resulta importante comprender que la función de los riñones y demás órganos excretores no se limita a la eliminación de sustancias de excreción. Los órganos excretores, fundamentalmente los riñones, intervienen en el mantenimiento de la estabilidad interna del organismo. De lo estudiado se evidencia una importante función en el equilibrio del contenido de agua y de sales minerales en el organismo, al eliminar las cantidades que se hallan en exceso
¿Cómo se puede contribuir al buen funcionamiento del sistema urinario?

Se debe evitar:

- Ingerir exceso de café y de alcohol, que aumentan la filtración y disminuyen la reabsorción provocando síntomas de deshidratación.
- Esfuerzos físicos por encima de nuestras posibilidades, que pueden lastimar los riñones.
- Largos períodos sin vaciar la vejiga urinaria.

Se recomienda:

- Tomar abundante cantidad de líquidos.
- Tener un horario regular de descanso.
- Vaciar la vejiga cada vez que se produce el deseo de orinar.
- El aseo personal sistemático.

TAREAS DE APRENDIZAJE

1. ¿Cuál es la función de cada uno de los órganos del sistema urinario?
2. Explique qué trastornos se pueden presentar en el ser humano si los riñones dejaran de cumplir sus funciones.

3. ¿Cree que sea beneficioso al organismo la expulsión de la orina inicial? ¿Por qué?
4. Fundamente esta afirmación: "Los sistemas digestivo, respiratorio y urinario representan un todo íntegro en las funciones metabólicas".

8.8 Características generales de la estructura y función del sistema circulatorio

Las funciones de digestión, respiración y excreción antes estudiadas están relacionadas con el transporte de sustancias necesarias y de desechos que la *sangre* realiza al circular continuamente por nuestro cuerpo.

En el organismo humano, al igual que en los demás vertebrados, el transporte de los líquidos circulantes, entre ellos la sangre, se realiza por un conjunto de órganos: el *corazón* y los *vasos sanguíneos*, que constituyen el *sistema circulatorio*.

El sistema circulatorio está constituido por el *sistema cardiovascular*, por donde circula la sangre, y por el *sistema linfático*, cuyo líquido circulante es la *linfa*.

El sistema cardiovascular está constituido por el corazón y los vasos sanguíneos, y estos últimos están representados por las *arterias*, los *capilares sanguíneos* y las *venas*.

El *corazón* es un órgano constituido fundamentalmente por tejido muscular cardíaco y está situado en la cavidad torácica, entre los dos pulmones y por encima del diafragma. Su forma es cónica y su extremo inferior está ligeramente inclinado hacia la izquierda; tiene más o menos el tamaño del puño cerrado de cada persona y un peso inferior a una libra.

El corazón presenta un tabique longitudinal que lo divide en un *lado derecho* y en otro *izquierdo*, que no tienen comunicación entre sí; por eso casi nunca se mezcla la sangre oxigenada con la sangre cargada de dióxido de carbono. Cada lado del corazón, como en todos los mamíferos, presenta una *aurícula* y un *ventrículo*, cavidades separadas entre sí por una válvula.

Las contracciones, que conocemos como *latidos*, y las relajaciones del corazón, determinan el movimiento constante de la sangre por los vasos sanguíneos y garantizan el constante intercambio de sustancias con las células, lo que posibilita la relación de los diferentes sistemas de órganos entre sí y con el medio ambiente.

¿Cómo funciona el corazón?

A la aurícula derecha llega la sangre procedente de todo el cuerpo por medio de las *venas cavas* (superior e inferior), y a la izquierda llega la sangre por las cuatro *venas pulmonares*; las dos aurículas se contraen simultáneamente y pasa la sangre a los ventrículos, los cuales se contraen y determinan que aumente la presión notablemente en su interior, lo cual provoca que la sangre salga impulsada hacia la *arteria pulmonar* (que sale del ventrículo derecho) y la *arteria aorta* (que sale del ventrículo izquierdo). Es importante conocer que la presencia de *válvulas* de las aurículas a los ventrículos y en el

inicio de las arterias, impide el retorno de la sangre, por tanto esta circula en un solo sentido.

Luego de cada contracción de los ventrículos se produce la relajación de las aurículas, que trae como resultado la disminución de la presión interna y la entrada nuevamente de la sangre. Este mecanismo de contracción-relajación de las cavidades del corazón constituye un ciclo que se produce sucesivamente y se conoce como *ciclo cardíaco*.

En condiciones normales de salud, actividad física y emocional, la frecuencia de este ciclo es de 60 y 100 pulsaciones por minuto, en el cual el organismo recibe, a través de la sangre, los nutrientes necesarios para sus funciones y expulsa los desechos de las reacciones celulares. Gracias a los aportes de William Harvey (1578-1657), médico inglés considerado fundador de la fisiología moderna, se puede dar esta explicación, ya que sus investigaciones le permitieron descubrir la circulación de la sangre y el papel del corazón en su impulsión.

Además del corazón, forman parte del sistema cardiovascular los *vasos sanguíneos*, los cuales constituyen un sistema de tubos con diferentes estructuras, diámetros y funciones, que parten del corazón y se ramifican extraordinariamente hasta llegar a todos los órganos, y de allí regresan al corazón. Este recorrido es importante para comprender el funcionamiento del sistema circulatorio y su relación con los sistemas ya estudiados.

Atendiendo a su estructura y función los vasos sanguíneos se diferencian en *arterias* (las directamente comunicadas al corazón ya se han mencionado), las cuales presentan una gruesa capa de tejido muscular que las hace elásticas y flexibles, considerando la presión a que son sometidas al recibir la sangre impulsada con fuerza por las contracciones ventriculares. La distensión y retracción de las arterias mantiene la presión de la sangre en todo su recorrido por el cuerpo; esta expansión u onda producida por la contracción-relajación, que se corresponde con su similar cardíaco, se conoce como *pulso cardíaco*, perceptible en muñecas, brazos, tobillos, muslos, etcétera.

En el interior de los diferentes órganos, las arterias se ramifican intensamente con la consecuente disminución del diámetro, hasta llegar a constituir una red de finos *capilares sanguíneos*, vasos formados por una delgada capa de tejido epitelial, que están en contacto directo con las células del cuerpo y posibilitan el paso al interior de esta del oxígeno y las sustancias para las reacciones metabólicas, y reciben las sustancias de desecho. Después, los capilares se van uniendo para formar venas de pequeño diámetro que continúan confluyendo hasta formar venas mayores, como las *cavas* ya mencionadas, que desembocan en las aurículas.

Esta descripción evidencia el carácter cerrado del sistema circulatorio en el organismo humano, en el cual la *sangre oxigenada* que proviene de los pulmones por las *venas pulmonares*, llega a la aurícula izquierda y sale por la *arteria aorta* hacia todas las células del cuerpo. De las células, la sangre transporta sustancias de desecho y el dióxido de carbono, resultantes de las reacciones metabólicas, y regresa por las *venas cavas* a la aurícula derecha, de allí pasa al ventrículo derecho, y de este sale por la *arteria pulmonar* a los *pulmones*, donde el dióxido de carbono y el vapor de agua pasan a su interior para salir finalmente al medio ambiente.

Además del sistema cardiovascular conforma el sistema circulatorio el *sistema linfático*, formado por los *vasos linfáticos* y los *ganglios linfáticos*.

Los vasos linfáticos se inician en los tejidos, donde tienen un diámetro semejante a los capilares sanguíneos y reciben el nombre de *capilares linfáticos*. ¿De dónde proviene el líquido que circula por estos vasos? El líquido tisular de los tejidos, como ya se conoce, contiene agua y los nutrientes que la sangre transporta a las células, además de las sustancias de desecho que salen de las mismas. Durante el intercambio de sustancia entre la sangre y la célula, cierta parte de este líquido difunde a la sangre nuevamente y la otra circula por los vasos linfáticos. A este líquido se le nombra *linfa*, y es de composición parecida al líquido tisular.

En su recorrido los capilares linfáticos se van reuniendo en otros de mayor diámetro que desembocan en la vena cava superior, donde la linfa se une a la sangre. En el trayecto de los vasos linfáticos se encuentran unos abultamientos, denominados *ganglios linfáticos*, de importancia en la defensa del organismo contra las enfermedades infecciosas.

La circulación linfática tiene una importante función en la regulación de líquidos en los tejidos.

El conocimiento de las características generales del sistema circulatorio permite determinar las diversas medidas que debemos adoptar para su buen funcionamiento.

Se debe evitar:

- La ingestión de bebidas alcohólicas, el mal hábito de fumar, y el consumo excesivo de sal en los alimentos (porque tiene la propiedad de retener agua), provocan trastornos en la estructura de los vasos sanguíneos y en la circulación de los líquidos, con un aumento consecuente de la presión arterial y trastornos en el funcionamiento del sistema.
- Hacer ejercicios físicos que exijan grandes esfuerzos musculares sin un control del estado de salud, o hacer prácticas de deportes de manera intensa sin un calentamiento previo.
- Ingerir en exceso alimentos energéticos que provocan aumento del peso corporal.
- Usar prendas de vestir que dificulten la circulación de la sangre.
- Permanecer mucho tiempo de pie.

Se recomienda:

- Tomar abundantes líquidos para asegurar la cantidad de agua que el organismo necesita.
- Mantener una dieta saludable que permita tener un peso adecuado con la estatura del cuerpo y la edad.
- La práctica sistemática y moderada de ejercicios físicos.

TAREAS DE APRENDIZAJE

1. Elabore un esquema de la circulación de la sangre en los pulmones y en el resto del organismo.
2. ¿Por cuáles vasos sanguíneos circula la sangre con los desechos del metabolismo? ¿Por cuáles circula la sangre oxigenada?
3. ¿Qué funciones orgánicas se verán afectadas si se eliminan del sistema circulatorio los capilares sanguíneos? ¿Por qué?

4. Presione ligeramente con los dedos de la mano derecha los vasos sanguíneos visibles de la muñeca izquierda, prepare una tabla con el registro de las pulsaciones en diferentes momentos del día y estados del cuerpo (reposo, actividad física). Explique las diferencias en los datos.
5. ¿Por qué el sistema linfático y el cardiovascular constituyen un solo sistema: el circulatorio?
6. ¿Por qué los ganglios aumentan de tamaño cuando hay una infección en el organismo humano?
7. ¿Por qué la actividad física y una dieta saludable influyen positivamente en el funcionamiento del sistema circulatorio?
8. ¿Qué procesos explican la relación entre la digestión, la respiración, la excreción y la circulación sanguínea?

8.9 La sangre. Composición y funciones

Las funciones digestiva, excretora, respiratoria, y en especial la circulación, han dejado demostrada la importancia de la sangre para el organismo humano; ahora resulta casi imposible pensar en una función del cuerpo donde no participe la sangre. En la antigüedad se le atribuían poderes especiales como “líquido vital” y se daba a tomar a las personas para fortalecer el cuerpo.

Al estudiar los tejidos se identificó la sangre como una variedad especial de tejido conectivo, que al observarse una gota bajo los lentes de un potente microscopio se puede diferenciar sus componentes: el *plasma sanguíneo* (sustancia intercelular), los *glóbulos rojos* o eritrocitos, los *glóbulos blancos* o leucocitos y las *plaquetas* o trombocitos.

El plasma sanguíneo, formado en un 90 % por agua, contiene además glucosa, proteínas, grasa, hormonas, sales minerales, sustancias de excreción, y otras. Es evidente su importancia para las reacciones metabólicas.

Los glóbulos rojos representan el componente que se encuentra en la sangre en mayor proporción y al que debe su color rojo, debido a la presencia en su estructura de una proteína denominada *hemoglobina*. La estructura química de la hemoglobina, en la cual está presente el hierro, permite la transportación del dioxígeno y el dióxido de carbono en la sangre.

Formando parte de los componentes celulares de la sangre, se encuentran los glóbulos blancos o leucocitos, que están presentes también en la linfa y en los ganglios, los que intervienen fundamentalmente en la función de defensa e integridad del organismo cuando hay, entre otras afecciones, presencia de sustancias extrañas, bacterias perjudiciales a la salud, infecciones, alergias, etcétera.

La función de defensa del organismo de los glóbulos blancos es posible por la propiedad que tienen estas células de emitir pseudópodos (como las amebas) y salir de los vasos capilares hasta el lugar de los cuerpos extraños, englobarlos y destruirlos; o elaboran, por determinado tipo de glóbulo blanco (los linfocitos), una sustancia de naturaleza proteica denominada *anticuerpos*, específico para ese cuerpo extraño, que se combina con él y lo elimina. La producción

de anticuerpos puede tener una permanencia activa por un período determinado de tiempo en el organismo, de manera que si penetra otro cuerpo extraño de similar característica es eliminado; esta resistencia del organismo a acciones patógenas se llama *inmunidad*.

En la historia de la ciencia muchos científicos, como Louis Pasteur (1822-1895), químico y biólogo francés, tienen el mérito de haber creado, tomando como principio la función del anticuerpo, las *vacunas*, como un método para prevenir muchas enfermedades que causaron y aún causan innumerables muertes a los seres humanos. En nuestro país, el doctor Tomás Romay Chacón (1764-1849) fue el introductor de la vacuna contra la viruela.

Si el organismo humano no tuviera un mecanismo de defensa ante un sangramiento, perderíamos toda la sangre ante la más mínima rotura de un capilar sanguíneo; afortunadamente, en la sangre se encuentran las plaquetas, que son fragmentos celulares que intervienen en el mecanismo de la *coagulación*.

Las plaquetas contribuyen a transformar una proteína plasmática soluble, el *fibrinógeno*, en una insoluble, la *fibrina*, que al precipitar forma como un conglomerado en forma de madeja de filamentos, donde quedan retenidos los glóbulos rojos, constituyendo lo que conocemos por *coágulo*; en este proceso también interviene la vitamina K.

Los componentes de la sangre tienen una vida funcional muy limitada; por ejemplo, algunos glóbulos blancos solo actúan uno o dos días. Gracias a la síntesis celular, entre otros procesos, en la médula espinal roja de los huesos se forman, durante la vida de una persona, cientos de veces, los componentes celulares de la sangre.

Solo a principios del siglo xx se descubrió que la sangre humana no es igual en todos los individuos, y se estableció que algunas sustancias constituyentes del plasma sanguíneo y de los glóbulos rojos varían en la población humana, concluyéndose que la sangre puede clasificarse en cuatro grupos: A, B, AB y O.

La clasificación de los *grupos sanguíneos* fue realizada en 1901 por el patólogo austriaco Karl Landsteiner (1868-1943), lo cual le valió el lauro del Premio Nobel en 1930. Este acontecimiento aseguró para la humanidad el uso de transfusiones de sangre más confiables y menos riesgosas, y por tanto significó una contribución valiosa a la conservación de la vida.

Otro aspecto importante relacionado con el conocimiento de la sangre es el llamado *factor Rh*, sustancia presente en los glóbulos rojos que también hay que tener en cuenta en las transfusiones de sangre. Se dice que las personas que la presentan tienen un factor Rh positivo y que aquellas que no lo tienen, son Rh negativos. Por esto cuando alguien quiere conocer su grupo sanguíneo, el resultado del análisis puede ser A positivo u O negativo. Es indudable la importancia para conocer mejor nuestro organismo, de tener claro cuál grupo sanguíneo y factor Rh poseemos.

Primeros auxilios ante heridas y hemorragias

Entre los accidentes más comunes relacionados con la sangre están las *heridas* y las *hemorragias*.

Las heridas son roturas producidas en la piel y los tejidos. Las heridas van acompañadas generalmente de salida de sangre por daños en las vías sanguíneas; si esta salida es abundante recibe el nombre de *hemorragia*. Cuando la sangre de los vasos capilares se derrama debajo de la piel, la sangre se va infiltrando en el tejido celular subcutáneo y la dermis. Esa hemorragia es de intensidad variable y a menudo continúa durante varias horas. El hematoma es un caso de hemorragia subcutánea.

En las hemorragias arteriales el sangrado es a chorros, intermitente y continuo en caso de hemorragias en arterias finas, venas y capilares.

Algunas hemorragias leves se pueden resolver mediante la coagulación; en otros casos, por su intensidad y peligro para la vida, es necesario aplicar con urgencia medidas de auxilio primarias.

Tratamiento general de las heridas y hemorragias

En general, ante cualquier tipo de herida, la conducta del que aplica los primeros auxilios debe ser la misma:

1. Examinar bien la herida para darnos cuenta de sus características.
2. Si es posible, lavarse bien las manos con jabón y abundante agua.
3. Aplicar presión directa sobre la herida para detener la hemorragia.
4. Elevación de la parte que sangra.
5. Aplicación de torniquetes cuando no se puede detener la hemorragia por otros procedimientos.

Las arterias principales pueden ser comprimidas contra el hueso subyacente para detener una pérdida grave de sangre de un miembro. Si se trata de la arteria humeral, pasa más cerca de la piel y está a una distancia media entre el codo y el hombro. La presión ejercida por los dedos sobre este punto interrumpe el aporte de sangre a una herida de la mano o del antebrazo. Si se trata de una herida en la pierna, esta presión debe ejercerse donde la arteria femoral cruza la articulación entre la pelvis y la pierna. La presión de la mano sobre este punto reducirá el flujo de sangre. Se debe tener en cuenta que debido a que estas maniobras privan del aporte sanguíneo a toda la extremidad, solo se deben usar en casos de urgencia absoluta.

Finalmente, como las hemorragias son producidas por heridas, es importante tomar precauciones para evitar las infecciones; entre ellas, no deben ponerse en contacto con la herida utensilios o instrumentos que no estén convenientemente esterilizados.

TAREAS DE APRENDIZAJE

1. ¿Qué funciones realiza la sangre en el organismo?
2. ¿Qué relación se establece entre la cantidad de hemoglobina y la energía que el cuerpo necesita?
3. Investigue con sus padres o familiares más cercanos contra cuáles enfermedades ha sido vacunado.
4. Investigue en las enciclopedias digitales en su escuela sobre los grandes méritos científicos de Pasteur.

8.10 Características generales de la estructura y la función del sistema osteomuscular

Los innumerables movimientos que el organismo realiza como respuesta a los diversos estímulos externos e internos, ya mencionados al estudiar la regulación nerviosa, implican la participación de los *músculos* y en gran medida de los *huesos*. Comer, caminar, correr, flexionar el brazo, sonreír, respirar, son algunos de los ejemplos de la relación entre los músculos, los huesos y sus articulaciones. El conjunto de los huesos y los músculos, íntimamente relacionados, constituye el *sistema osteomuscular*.

A continuación se comenzará el estudio de este sistema por las características generales de los huesos del organismo humano.

El conjunto de huesos y cartílagos del cuerpo, unidos entre sí por articulaciones, constituye el *esqueleto humano*, compuesto por aproximadamente 206 huesos, que dan forma al cuerpo; sirven de sostén y protección a diversos órganos, además de intervenir en diferentes movimientos.

Los huesos se encuentran recubiertos por una lámina de tejido conectivo, la cual interviene en el crecimiento del hueso; por otra parte, posibilita que los huesos se suelden en caso de fractura.

Un conocimiento importante sobre los huesos es el relacionado con su composición química; en ellos están presentes dos tipos de sustancias: las sales de calcio (sustancia inorgánica) que le confiere dureza al hueso y la osteína (sustancia orgánica) que le brinda flexibilidad y resistencia.

Las concentraciones de sales de calcio y osteína en los huesos varían con la edad. Los huesos de los niños son ricos en osteína, razón por la cual son más resistentes a las fracturas; sin embargo, con la adultez y tercera edad se produce una disminución de la osteína y un predominio de las sales de calcio, que favorecen una mayor propensión a la fragilidad y con ello a la ocurrencia de fracturas.

Los huesos presentan diversas formas, los del cráneo son diferentes a las vértebras y estas últimas no se parecen a los huesos del antebrazo o del muslo. Se pueden entonces diferenciar tres tipos de huesos: *largos*, *planos* y *cortos*.

Son ejemplos de huesos largos el *húmero*, que se encuentra en el brazo, el *cúbito* y el *radio* en el antebrazo, el *fémur* en el muslo, la *tibia* y el *peroné* en la pierna. Estos huesos están relacionados fundamentalmente con el sostén y el movimiento.

Los huesos del cráneo como, por ejemplo, el *frontal* y el *occipital*; y en la cadera el hueso *ilíaco*, son ejemplos de huesos planos, por ser aplanados, anchos y de poco grosor. La función de estos huesos está relacionada con la protección y el sostén.

Los huesos cortos son de forma irregular y de poca longitud, como las *vértebras*, los huesos del pie y la mano, y su función es fundamentalmente de movimiento y también de sostén.

Importantes en el movimiento del organismo son *las articulaciones*, formadas por la unión de dos o más huesos y la presencia de cartílagos. Pueden ser clasificadas de acuerdo con la amplitud de sus movimientos, en *inmóviles*, *semimóviles* y *móviles*.

En las articulaciones *inmóviles*, los huesos que se unen no permiten movimiento como, por ejemplo, muchos huesos del cráneo o de la cara.

Un ejemplo de articulaciones semimóviles es la que existe entre la mayoría de las vértebras, que aunque posibilitan ciertos movimientos de la columna vertebral, estos no son tan amplios como los del codo y la rodilla, que son ejemplo de articulaciones móviles.

La mayoría de las articulaciones del organismo son móviles y permiten la gran diversidad de movimientos que todos conocemos. ¡Cuántos hermosos y complicados movimientos realizan nuestros gimnastas y bailarines, gracias a la presencia de estas articulaciones!

Tabla 8.4 **Huesos del esqueleto**⁵

Esqueleto Axial (cabeza, cuello y tronco)	Cabeza Cráneo	1 occipital, 2 parietales, 1 frontal, 2 temporales, 1 esfenoides, 1 etmoides
	Cara	2 nasales, 1 vómer, 2 cornetes, 2 lagrimales, 2 malares, 2 palatinos, 2 maxilares superiores, 1 maxilar inferior, 1 hioides
	Columna vertebral	7 vértebras cervicales, 12 vértebras dorsales, 5 vértebras lumbares, 5 vértebras sacras fusionadas, 4-5 vértebras coccígeas fusionadas (hueso cóccix)
	Caja torácica	24 costillas, 1 esternón
Esqueleto Apendicular* (miembros)	Extremidad superior	1 clavícula, 1 escápula, 1 húmero, 1 radio, 1 cúbito, 8 huesos del carpo, 5 metacarpianos, 14 falanges
	Extremidad inferior	1 hueso coxal o ilíaco, 1 fémur, 1 rótula, 1 tibia, 7 huesos del tarso, 5 metatarsianos, 14 falanges

*Solo se enumeran los huesos de un lado; para obtener el número total hay que multiplicar por dos.

Sin embargo, la comprensión más profunda del movimiento humano precisa de estudiar los *músculos* íntimamente vinculados a este mecanismo, como ya se ha expresado.

En el organismo humano los músculos constituyen la parte activa del sistema osteomuscular, ya que, mediante sus contracciones y relajaciones tienen lugar los distintos movimientos del cuerpo.

El análisis de la estructura del músculo revela la presencia de una zona ensanchada, carnosa y de color rojo, denominada vientre, y dos extremos delgados y de color blanco que constituyen los llamados *tendones*; mediante estos últimos los músculos generalmente se insertan en los huesos y cartílagos.

En su conjunto, están rodeados por una membrana de tejido conectivo, la cual penetra en el interior del músculo y lo divide en numerosos haces, que están constituidos por un conjunto de fibras musculares, rodeadas por tejido

⁵ Colectivo de autores: *Biología 3. 9no. grado*, Ed. Pueblo y Educación, Ciudad de La Habana, 1991, p. 139.

conectivo. Este tejido se encuentra dispuesto entre los haces musculares y se extiende hacia los extremos del músculo, formando los tendones; además, se encuentran vasos sanguíneos y nervios.

Ya es conocido que en el acto reflejo la respuesta a determinados estímulos provoca una respuesta de contracción de los músculos. De igual forma, la intensa irrigación sanguínea demuestra la relación de la actividad de los músculos con los sistemas circulatorio y digestivo.

¿Se pueden realizar movimientos sin la energía resultante de las reacciones que ocurren en las células de los músculos? ¿Para esto no es necesario nutrientes y dioxígeno?

Tan importante como los músculos que revisten el esqueleto, denominados *esqueléticos* y fundamentalmente voluntarios, está la musculatura que forma parte de los órganos de los sistemas digestivo, respiratorio, excretor, circulatorio, y el corazón, entre otros, de movimientos esencialmente involuntarios y que posibilitan las funciones relacionadas con los sistemas del cual forman parte. ¿Qué pasaría si en el cuerpo humano no existieran estos movimientos involuntarios?

Tabla 8.5 **Algunos músculos del cuerpo humano⁶**

Cabeza	Cutáneos	Frontal, orbicular de los párpados, orbicular de los labios, risorio, buccinador
	Masticadores	Temporal, masetero, pterigoideo externo, pterigoideo interno
Cuello		Esternocleidomastoideo, cutáneo del cuello, digástrico, esplenio
Tronco	Tórax	Pectoral mayor, serrato mayor, trapecio
	Abdomen	Recto mayor, oblicuo mayor
Extremidades	Superiores	Deltoide, bíceps braquial, trícep braquial, flexores profundos de los dedos, extensores comunes de los dedos
	Inferiores	Glúteo mayor, glúteo mediano, glúteo menor, sartorio, bícep crural, tibial anterior, gemelos, sóleo

Como otros órganos del cuerpo, los huesos y los músculos crecen y en ello intervienen los sistemas de órganos que participan en el mantenimiento de la vida y aseguran los nutrientes, dioxígeno y la expulsión de las sustancias de desecho.

Conocidas las características y funciones del sistema osteomuscular, es evidente que las alteraciones que se produzcan en estos órganos provocan serias afectaciones al funcionamiento del organismo como un todo.

Se debe evitar:

- La vida sedentaria, falta de ejercicios físicos.
- La fatiga muscular por esfuerzos físicos excesivos.

⁶ Colectivo de autores: *Biología 3. 9no. grado*, Ed. Pueblo y Educación, Ciudad de La Habana, 1991, p. 144.

- Una alimentación inadecuada.
- Posturas incorrectas al sentarte a estudiar o en clases, al igual que al dormir.
- Posturas incorrectas al estar de pie.

Se recomienda:

- Practicar ejercicios sistemáticamente, los cuales favorecen el desarrollo del sistema osteomuscular y el buen funcionamiento de los sistemas digestivo, respiratorio y circulatorio.
- Calentar los músculos antes de una sesión de ejercicios físicos.
- Desarrollar hábitos alimentarios que permitan al organismo obtener, entre otros, calcio, fósforo, vitamina D.
- Dormir sobre una superficie recta.
- Hábitos de posturas correctas: cuando se está sentado o de pie, mantener la columna recta.

Primeros auxilios en casos de fracturas y contusiones

Entre los accidentes más comunes del sistema osteomuscular se encuentran las *fracturas* y *contusiones*. La contusión es la lesión producida en los tejidos del organismo humano causada por el choque del cuerpo contra un objeto resistente, sin que exista ruptura de la piel.

Las contusiones son originadas generalmente por objetos sin filo ni punta, que chocan contra el cuerpo (piedra, puño y otros). Los síntomas están asociados con dolor, hemorragia subcutánea y hematoma, y aumento del volumen (hinchazón) de la parte afectada.

Tratamiento de una contusión

1. Aliviar el dolor.
2. Aplicar compresas frías (en las primeras 24 horas).
3. Mantener elevada la parte afectada.
4. Reposo general y local.

En toda contusión hay que tratar de aliviar lo más pronto posible el dolor, ya que si este es muy intenso puede llevar al paciente al estado de *shock*.

Si el lesionado está consciente, se le puede dar una o dos tabletas de cualquier analgésico para el dolor. Si el dolor es muy intenso o el paciente no puede tragar, se puede inyectar por vía intramuscular.

En las primeras 24 horas de ocurrida la contusión, puede aplicarse en la zona afectada paños mojados con agua fría o helada, así como también bolsas de goma con hielo, teniendo la precaución de envolverlas con una toalla o similar. Los fomentos fríos de sulfato de magnesio al 33 % son muy indicados en estos casos. El objetivo de este tratamiento es procurar el cierre de los vasos capilares que estén sangrando, ya que el frío produce vasoconstricción, es decir, el estrechamiento de los vasos sanguíneos.

Si la contusión ha sido en un miembro, el mismo debe colocarse en una posición elevada, con el fin de disminuir un poco el riego sanguíneo.

Es de gran importancia que el lesionado se mantenga en reposo para así evitar complicaciones. Si la contusión ha sido demasiado intensa se recomienda que el lesionado sea atendido en un centro hospitalario, una vez que se le haya brindado el tratamiento de urgencia.

Se denomina *fractura* a la rotura de un hueso. Esta puede ocurrir por un traumatismo o espontáneamente en ciertas enfermedades que afectan los huesos; puede ser completa, es decir, que comprende todo el espesor del hueso; o incompleta, cuando solo interesa una parte del mismo.

Existen dos tipos de síntomas en todo accidentado: *subjetivos* y *objetivos*; los subjetivos son los referidos por el lesionado, por ejemplo, el dolor; los objetivos son los que se pueden observar, por ejemplo, la deformidad.

En una fractura existen como síntomas subjetivos, el dolor y la impotencia funcional.

El dolor suele ser intenso en ciertas ocasiones y puede llevar al accidentado al *shock*. El dolor aumenta con los movimientos y con la presión ejercida sobre la fractura, localizada en el sitio fracturado.

La impotencia funcional es la dificultad o imposibilidad para realizar cualquier tipo de movimiento con el miembro fracturado. Existen casos de fracturas incompletas (fisuras) en los que se pueden conservar los movimientos normales del miembro fracturado, lo cual puede ser causa de errores en el diagnóstico y en el tratamiento del lesionado.

Los *síntomas objetivos* son: posiciones anormales (deformidad), movimientos anormales y la crepitación.

Las deformidades o posiciones anormales se deben principalmente al desplazamiento que sufren los fragmentos óseos; esto puede observarse si la fractura ha ocurrido en los miembros.

En ocasiones, cuando los fragmentos óseos se han rotado, se puede observar, sobre todo en las fracturas de los miembros inferiores, que el pie se haya virado o rotado hacia fuera. También se observa, como deformaciones en las fracturas, el aumento de tamaño o hinchazón localizada en la zona fracturada.

Los movimientos anormales a causa de que en el lugar de la rotura ósea, parece como si hubiera una articulación, y la crepitación (ruido que se produce por el roce de los fragmentos óseos), son signos que no deben buscarse, pues aumentarían el dolor y la posibilidad de lesionar algún vaso (arteria o vena) por una esquirla ósea.

Como en todo fracturado tenemos dos tratamientos: el de urgencia, practicado por el que realiza los primeros auxilios, y un tratamiento definitivo que tiene a su cargo un médico, especialmente el ortopédico.

Primeros auxilios frente a un fracturado

Existen varios puntos fundamentales en el auxilio frente a un fracturado, que son los siguientes:

1. Tratar de colocar el cuerpo del accidentado en una posición natural, moviéndolo lo menos posible.
2. Inmovilizar la parte fracturada, utilizando los pañuelos triangulares o los vendajes, cabestrillo, con un tablón, una tablita pequeña, férulas o tablillas, recordando siempre de almohadillar las zonas fracturadas.
3. Examinar si existen hemorragias, ya sea una fractura abierta o una cerrada, y actuar de forma debida.

Si existen otras lesiones (heridas) además de la fractura, atenderlas adecuadamente (limpieza, vendajes, etcétera).

Lo que no debe hacerse en caso de fracturas

1. Movilizar en exceso al lesionado.
2. Tratar de corregir una posición anormal si se nota resistencia.
3. Intentar colocar los fragmentos óseos en posiciones correctas.
4. Movimientos bruscos, que solo servirían para agravar la lesión.

Cuando una articulación, al realizar sus movimientos, sobrepasa los límites normales de los mismos, sus medios de unión, que se llaman ligamentos, se distienden y algunas veces se rompen parcialmente algunas de sus fibras, constituyendo los *esguinces* o *torceduras*. Donde más frecuentemente se producen los esguinces es en los tobillos. Los síntomas son el dolor, sobre todo provocado por los movimientos. En ocasiones son muy agudos y se acompañan de impotencia funcional; aumento de volumen de la articulación (edema) o hinchazón; equimosis o moretones que pueden aparecer más tardíos. En estos casos hay que pensar en fracturas o arrancamiento de la inserción del ligamento.

Primeros auxilios

- En los primeros momentos, aplicar fomentos fríos (hielo o agua fría); si persiste el dolor o si siente más alivio con los fomentos tibios, estos pueden usarse.
- Se deben poner vendajes no excesivamente apretados. Si el dolor es fuerte y persistente se puede dar algún analgésico, debiéndose seguir el consejo del médico.

La *luxación* o dislocación se produce por la pérdida de las relaciones anatómicas de una articulación de los huesos y estos se desplazan perdiendo los puntos de contacto que normalmente existen en ella. Se toma como punto de comparación la articulación homóloga de otro miembro supuestamente sano.

Los síntomas están vinculados al dolor intenso, que aumenta con los movimientos. Cuando persiste, puede existir una fractura sobreañadida o que se esté comprimiendo una terminación nerviosa. El dolor generalmente no se calma con el reposo ni con la inmovilización.

Comparado con el miembro sano, el lesionado se nota deformado, puede presentar cambios en el contorno, aumento de volumen, o lucir más corto que el normal.

Se presenta incapacidad funcional: los movimientos de la articulación no se pueden realizar o están muy limitados a causa de la nueva posición adoptada, a la rotura de los ligamentos y la cápsula, o al aumento de volumen o hinchazón de la articulación luxada.

Primeros auxilios

- Dar algún tipo de calmante para el dolor.
- No suministrar alimentos, poca bebida, por si es necesario anestesiarse al lesionado para efectuar la reducción de la luxación.
- Se aconseja, como medida principal, la inmovilización del miembro.
- No debe reducirse (tratar de volverlo a su lugar) por el intenso dolor que existe y por la tensión muscular difícil de vencer.
- Solamente la persona que posee los conocimientos especiales adecuados debe hacer la conexión definitiva.

TAREAS DE APRENDIZAJE

1. Utilizando las tablas y su propio cuerpo, identifique hasta donde sea posible los huesos del esqueleto humano.
2. ¿Qué pasaría si todas las articulaciones del cuerpo humano fueran móviles?
3. Explique cómo influye en el sistema osteomuscular una alimentación sana y balanceada con la práctica sistemática de ejercicios físicos.

8.11 Características principales y la función de la piel

La localización de la piel le confiere a este órgano una función eminentemente protectora y de defensa, relacionada con la función receptora ya estudiada en la regulación nerviosa, y otras funciones como la producción de sudor y sustancias grasas, vinculadas a la regulación de la temperatura corporal y la excreción.

Si se observa un esquema de un corte de la piel para estudiar sus características principales, se identifica una capa externa, la *epidermis*, que es un epitelio constituido por varias capas de células, estrechamente unidas y de escasa sustancia intercelular, lo que posibilita la función protectora de la piel contra la entrada de microorganismos y la pérdida de agua. Así mismo la epidermis protege contra los efectos de la fricción, de ahí que tenga mayor grosor en zonas que están más sometidas a esta, como son la palma de las manos y la planta de los pies. En estas zonas, específicamente en los dedos, son evidentes los surcos dactilares, conocidos por *huellas digitales*, que posibilitan la identificación de cada persona.

La *dermis* es la capa interna de la piel, la cual presenta abundantes vasos sanguíneos, fibras nerviosas, receptores, pelos, así como las glándulas sebáceas y sudoríparas, además de otras estructuras.

Las *glándulas sudoríparas* se encuentran en toda la piel, siendo más abundantes y de mayor tamaño en regiones como la cara, las axilas, las palmas de las manos y las plantas de los pies. Estas glándulas producen el sudor (una solución acuosa de urea y sales), que es muy importante, pues favorece la salida de algunas sustancias de excreción, a la vez que contribuye a la regulación de la temperatura corporal.

Las *glándulas sebáceas* secretan sustancias grasas, las cuales salen por los poros. Estas lubrican el pelo que se encuentra en casi toda la superficie del cuerpo, suavizan la piel y forman una delgada capa protectora.

El estudio de la piel, al igual que el de los huesos y los músculos, demuestra la importancia que tiene para el organismo humano y la necesidad de adoptar medidas para su buen funcionamiento.

Se debe evitar:

- La exposición prolongada a los rayos solares.
- La manipulación incorrecta de sustancias químicas, la electricidad o el fuego.

Se recomienda:

- Limpiar diariamente la piel con agua y jabón, para evitar la obstrucción de los conductos de las glándulas sudoríparas y sebáceas, y la acumulación de

suciedades que provocan el desarrollo de microorganismos y las infecciones que estos producen.

- Secar bien la piel después del baño, principalmente en zonas como los pies, entre las piernas, debajo de los brazos, el cuello, la cara, que son susceptibles de mantenerse húmedas y de esta forma evitar la propagación de hongos y otras infecciones.
- Usar ropas limpias después del baño para evitar favorecer infecciones producidas por microorganismos, además de expeler olores desagradables.
- El uso moderado de los baños de sol.

Primeros auxilios en casos de quemaduras

Las *quemaduras* son las lesiones producidas en los tejidos por la acción del calor en sus diversas formas (por llamas provocadas en incendios), por sustancias químicas (cáusticas), por la electricidad en cualquiera de sus modalidades y por las radiaciones (radiactividad).

Las quemaduras se clasifican, de acuerdo con su profundidad y extensión, en: quemaduras de primer grado, que producen un enrojecimiento de la piel y pueden ser a causa de una larga exposición al sol; quemaduras de segundo grado, en las que se forman ampollas, fundamentalmente por los efectos del fuego que afecta la epidermis y la dermis; y las de tercer grado, que pueden provocar la destrucción de la piel, de los músculos, y algunas veces hasta de los huesos.

Tratamiento a las quemaduras de primer grado

- Evitar en lo posible contaminar la quemadura por el uso de sustancias o vendajes sucios.
- Si no son de gran extensión se debe usar solamente aseptil rojo, o mercurocromo, o simplemente vaselina estéril.
- Después de esto se recubre con gasa esterilizada o una tela (planchada) bien limpia.
- En cuanto a las ampollas, es preferible dejar que sea el médico posteriormente el que decida. Recordamos que es un tratamiento de emergencia para que sea después atendido por el médico.
- Debemos recordar que el que haga los primeros auxilios debe lavarse cuidadosamente las manos y las uñas con agua y jabón antes de practicarlos.

Tratamiento a las quemaduras moderadas de segundo grado

- Estas quemaduras, que son relativamente extensas, deben ser atendidas por el médico.
- Mientras tanto se debe quitar con cuidado las ropas de las zonas afectadas, así como cualquier cosa que las comprima; por ejemplo, anillos, cintos, relojes. A continuación se puede aplicar sobre la quemadura un paño bien limpio empapado en agua fría, hervida con dos cucharaditas de sal o bicarbonato de sodio por litro.

Tratamiento a las quemaduras de tercer grado

- En este caso el tratamiento de urgencia es más del quemado, que de la quemadura. El peligro mayor es la muerte por *shock*, y para evitarlo deben dedicarse nuestros esfuerzos.
- Debemos llamar rápidamente al médico o a la ambulancia y explicar que se trata de una persona con quemaduras extensas.

- Mientras tanto, mantener al quemado acostado, con la cabeza más baja que el cuerpo, y los miembros quemados elevados.
- Evitar que se contaminen las quemaduras por aplicación de material que no esté bien limpio. No dar nada por la boca, al menos que lo indique el médico.
- A veces, como tratamiento local, se recurre a los vendajes compresivos.
- Tomando las precauciones necesarias, si está vestido, tratar de descubrir la zona quemada, cortando las ropas por las costuras. No destapar más de la cuenta para evitar el enfriamiento, mientras tanto haya llegado la ambulancia para transportar al quemado a un centro hospitalario, con el fin de administrar medicamentos para el dolor y si es necesario plasma, y todas las medicinas necesarias para combatir el *shock*.

Actualmente se emplea con gran eficacia en el tratamiento de los quemados, un medicamento conocido como *factor de crecimiento epidérmico*, el cual acelera la *cicatrización*.

TAREAS DE APRENDIZAJE

1. Refiera la importancia de la piel para el organismo humano.
2. ¿Cómo puede ayudar a conservar el buen funcionamiento de la piel en su organismo?
3. ¿Cuáles primeros auxilios debemos prestar en caso de quemaduras de tercer grado?
4. Mencione algunas de las enfermedades de la piel que conoce y explique causa y consecuencia de una de ellas.

CAPÍTULO 9

Reproducción y desarrollo del organismo humano

La reproducción es considerada una de las funciones que ocurren en el organismo humano. Esta función, a diferencia de las restantes, que garantizan el mantenimiento de la vida, hace posible la conservación de la especie humana en el tiempo y el espacio, pues permite la multiplicación del número de individuos. Por tanto, posibilita la transmisión de la información hereditaria de una generación a otra, y a su vez constituye una fuente de variación.

En tal sentido, se puede apreciar una estrecha relación entre la reproducción y la herencia. Esta relación garantiza que las características presentes en los padres sean heredadas por los hijos y, por tanto, la descendencia sea parecida a los progenitores u otros familiares. Para llegar a esta conclusión, desde épocas muy remotas numerosos científicos trataron de explicar el porqué de las semejanzas y diferencias que observaron entre padres e hijos. No obstante, el limitado desarrollo de las ciencias prolongó cientos de años el encontrar una respuesta científica a esta situación.

Precisamente, estudios realizados a partir de la reproducción en organismos vegetales, permitieron explicar las causas del fenómeno de la herencia. Este gran mérito lo alcanzó el monje austriaco Gregorio Mendel (1822-1884) a mediados del siglo XIX. Sus trabajos experimentales, mediante cruzamientos de plantas, permitieron materializar el esfuerzo de generaciones de científicos que le antecedieron.

Noventa años después que la comunidad científica internacional conociera los resultados investigativos alcanzados por Mendel, se inició el denominado Primer Megaproyecto de Ciencia Internacional: el Proyecto Genoma Humano (PGH). El 14 de abril del 2003 se comunicó a la ciencia mundial que había finalizado el llamado Mapa del Genoma Humano, divulgado durante una conferencia de prensa en la ciudad de Bethesda, Estados Unidos.

La aplicación de estos resultados constituye un aspecto importante para la población humana y, sin dudas, repercutirá en una mejor calidad de vida. Se hace necesario que se dirijan a la solución de los problemas de toda la humanidad y no de minorías pudientes.

9.1 Primeros estudios sobre la herencia. Primera Ley de Mendel

La ciencia contemporánea reconoce en la figura de Gregorio Mendel al autor de las primeras explicaciones al fenómeno de la herencia. Tuvieron que pasar más de tres lustros después de su muerte, para que fueran redescubiertos sus trabajos. Como evidencia de un justo reconocimiento al mérito científico de su

descubridor, en 1900, los investigadores: Hugo de Vries (holandés), Carl Correns (alemán) y Erick Tschermak (austríaco), corroboraron, independientemente unos de otros, las conclusiones de Mendel.

Estos hombres de ciencia confirmaron que las conclusiones a las que había arribado Mendel eran aplicables no solo a las plantas, sino también a los animales y demás organismos. Desde esos momentos, las denominaron *leyes de Mendel*. Los trabajos desarrollados por el autor de estas leyes, junto a los realizados por otros biólogos de los siglos XIX y XX, así como los continuados posteriormente, permitieron el desarrollo de la *genética* como ciencia.

La genética es una ciencia que se encuentra en el campo de estudio de la biología, y está dedicada a estudiar los fenómenos de la herencia, la variación y sus causas. Como se aprecia, en esta ciencia se estudia el fenómeno de la herencia, que permite la conservación y mantenimiento de las características hereditarias de padres a hijos; pero también se estudia el fenómeno de la variación, es decir, los cambios que tienen lugar en los organismos bajo la influencia de los factores del medio ambiente, que pueden heredarse o no.

Estos cambios que se producen en los organismos y que se heredan de padres a hijos tienen una gran importancia en el proceso evolutivo, pues constituyen la causa fundamental de la diversidad del mundo vivo.

Gregorio Mendel, mediante el estudio de cruzamientos de diferentes variedades de guisantes (chícharos), dio inicio a los estudios de la herencia. En sus trabajos, Mendel tuvo en cuenta, entre otros, los aspectos siguientes: las características que contrastaban y la pureza de los progenitores.

Para garantizar las características contrastantes, seleccionó para el carácter color de la semilla de guisantes, plantas con semillas amarillas y plantas con semillas verdes. En el caso del carácter tamaño de la planta, seleccionó plantas altas y enanas, y para el carácter textura de la semilla, escogió plantas con semillas lisas y plantas con semillas rugosas; asimismo, seleccionó otros caracteres.

Por otra parte, tuvo en cuenta también que las plantas seleccionadas para los cruzamientos fueran puras. Él consideró como individuos *puros* a las plantas en que las semillas que se obtuvieran producto de la *autopolinización*, dieran lugar a otras con las mismas características de las cuales habían sido tomadas, es decir, de plantas con semillas lisas siempre se obtenían plantas con semillas lisas.

En sus trabajos aplicó la polinización artificial. Realizó los cruzamientos de variedades de guisantes, en dependencia de las características que deseaba obtener. Por ejemplo, cruzó plantas puras de semillas lisas y plantas puras de semillas rugosas, a estos individuos los denominó: *generación progenitora* o *parental*, y a la descendencia *primera generación*, que se representa por F_1 . Todas las plantas que formaron parte de la descendencia fueron de semillas lisas.

Para comprobar qué había pasado con la información relacionada con la semilla rugosa, Mendel tomó 253 plantas con semillas lisas, obtenidas de la primera generación (F_1), y las sometió a la autopolinización. De este cruzamiento, obtuvo como resultado una nueva generación, que denominó F_2 , con un total de 5 474 plantas con semillas lisas y 1 850 plantas con semillas rugosas, reapareciendo la superficie rugosa; de la semilla.

Sobre la base de estos resultados, consideró que el carácter que se manifiesta siempre en la F_1 , se denomina *dominante*, y el carácter que no se manifiesta, *recesivo*. Designó con una letra mayúscula, por ejemplo "L", al carácter dominante, y con la misma letra, pero minúscula, el recesivo, es decir, "l".

Con la aplicación de los conocimientos matemáticos, Mendel determinó una proporción con el resultado obtenido. Para el ejemplo citado, consideró que de cada cuatro plantas que se obtenían en la descendencia: tres presentaban semillas lisas y una semilla rugosa, lo que se representaría de la forma siguiente: 3:1. En todas las veces que se repitió este experimento la proporción era semejante.

Otros aportes importantes del resultado de los experimentos realizados por este naturalista lo constituyen: primero, que reveló la existencia de un agente imprescindible en la transmisión de los caracteres hereditarios de una generación a otra, al que denominó *factor*, llamado gen posteriormente; y segundo, infirió que en el mecanismo de la transmisión de los caracteres hereditarios, cada individuo posee dos factores o genes para un determinado carácter.

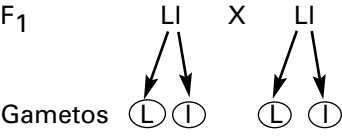
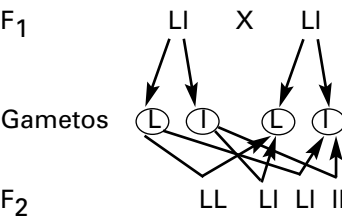
El valor de la primera conclusión radica en que a mediados del siglo XIX no se conocía acerca de la existencia de los cromosomas y de los genes, por eso los denominó factor. Para la segunda conclusión reconoce que, como resultado de la meiosis, en los gametos o células sexuales solo existe un gen para ese carácter, y a partir del proceso de fecundación el nuevo individuo que se origina lleva un gen del progenitor femenino y uno del masculino, donde se manifiesta el carácter del gen dominante y no del recesivo.

Estas conclusiones permiten comprender que, en el ejemplo analizado, el gen que determina la textura lisa (L) es dominante sobre el que determina la textura rugosa (l), por lo que la generación obtenida de este cruzamiento será una planta con semillas lisas.

Al individuo que se obtiene como resultado del cruzamiento en la generación F₁, Mendel lo llamó *híbrido*. En el caso de que sea híbrido para un solo carácter, como el anterior, se denomina *monohíbrido*.

Para analizar los resultados del cruzamiento de dos individuos de la F₁ se precisan los siguientes pasos (Tabla 9.1).

Tabla 9.1 Pasos a seguir en el cruzamiento de dos individuos

Pasos	¿En qué consiste?	Representación
Primero	Representar el cruzamiento entre los híbridos	F ₁ LI X LI
Segundo	Determinar qué tipo de gametos	F ₁  Gametos
Tercero	Determinar las posibles combinaciones entre los gametos de cada progenitor	F ₁  Gametos F ₂ LL Ll Ll ll
Conclusiones: de cada cuatro plantas obtenidas, tres tienen semillas lisas (LL, Ll y Ll) y una sola posee semillas rugosas (ll). Proporción 3:1. La generación obtenida en este cruzamiento entre individuos F ₁ se denomina F ₂ .		

Sobre la base de todos estos resultados y deducciones, Mendel enunció la primera Ley de la herencia, o Ley de la segregación de los caracteres, que se puede expresar: en los individuos, ya sean puros o híbridos, los genes se separan o segregan durante la formación de los gametos.

En el ejemplo descrito, un mismo carácter se manifiesta de dos formas: lisa o rugosa. En el mismo se pone de manifiesto la primera ley de Mendel; se puede apreciar que en el progenitor puro (LL) se segregan los genes L y L, al igual que en el otro progenitor (ll) se segregan los genes l y l, y en la F₁ (Ll) se segregan los genes L y l, estando presente cada uno de ellos en un gameto diferente. Los genes que determinan el mismo carácter se denominan *genes alelos*.

Cuando un individuo presenta los dos genes alelos iguales para un mismo carácter se denomina *homocigótico*, por ejemplo: AA y aa; pero cuando los dos genes alelos son diferentes, se conoce como *heterocigótico*, por ejemplo: Aa. En el cruzamiento descrito, de las 3/4 partes de las plantas con semillas lisas obtenidas en la segunda generación, 1/4 presenta la combinación LL (homocigótica), es decir, sus alelos son iguales, y 2/4 partes presentan la combinación Ll (heterocigótica), o sea, sus alelos son diferentes.

Las plantas obtenidas que presentan la combinación LL o Ll, aunque presentan semillas lisas, tienen diferente información genética. Se denomina *genotipo* al conjunto de genes que determina las características del individuo; en este caso, LL o Ll, y fenotipo, a la expresión de ese genotipo, para este ejemplo la presencia de semillas lisas.

Al igual que ocurre en el ejemplo de los guisantes y otros más que pueden describirse en las plantas, las leyes de la herencia se cumplen en todos los organismos. En el organismo humano, algunas características, como son el color de los ojos y del pelo, la forma de la oreja, el grupo sanguíneo, entre otras, se transmiten como resultado de la segregación de los genes que, para cada uno de estos caracteres, existen en los cromosomas, aunque los mecanismos no sean tan simples como lo estudiado.

Los experimentos de Gregorio Mendel no se limitan a lo analizado hasta aquí, él continuó sus estudios. También combinó dos caracteres en vez de uno y enunció la segunda Ley de la herencia, la cual se estudiará en grados posteriores.

Importancia sobre los conocimientos genéticos en la biotecnología y en la salud

Los conocimientos genéticos tienen gran importancia. Los trabajos realizados por Gregorio Mendel, así como los estudios posteriores que se han desarrollado en esta ciencia son aplicados a gran escala y en los diferentes países. Tal es el caso de la hibridación, que permite el desarrollo de importantes trabajos para la mejora de las plantas de importancia económica y de razas de animales con un mayor rendimiento.

En Cuba, el cruzamiento entre la raza de ganado vacuno Cebú, resistente al clima y con poca productividad lechera, y la raza Holstein, de alta productividad lechera y propia de climas fríos, permitió la obtención de un híbrido de alta productividad lechera y resistente a las condiciones climáticas.

En el caso del hombre, estos conocimientos se han aplicado en la transmisión del factor Rh, carácter hereditario que es muy importante detectar en los padres, pues, de lo contrario, puede afectar la salud de los recién nacidos e, inclusive, la muerte del feto (Rh⁺), ya que la ausencia de este en la mujer que ha sido embarazada por un hombre Rh⁺ puede causar destrucción de los glóbulos rojos, anemia grave y elevación de la cantidad de desechos metabólicos (bilirrubina). Por esto, en la mujer embarazada es necesario determinar la presencia o no de este factor en la sangre, para prevenir el daño que pueda ocasionar su matrimonio con un hombre Rh⁺, si ella fuera Rh⁻.

La genética es una de las ciencias que contribuye a la biotecnología, la cual consiste fundamentalmente en la utilización de organismos vivos de forma directa o indirecta para obtener productos de valor para el hombre.

Son múltiples las aplicaciones biotecnológicas en el mejoramiento de las plantas de cultivo. Se han realizado y realizan trabajos dirigidos a la producción de semillas mediante la clonación de plantas, la obtención de diferentes variedades *in vitro*, la preparación de productos para ser utilizados en el control de plagas y enfermedades. También en el mejoramiento genético, diagnóstico y detección de enfermedades, así como en la producción de plantas transgénicas resistentes a plagas y en el mejoramiento de la calidad nutricional de las mismas, entre otras.

Las aplicaciones de la biotecnología en el mejoramiento de los animales de importancia económica se centran, fundamentalmente, en la elaboración de vacunas para la prevención de enfermedades, de hormonas de crecimiento recombinantes para mejorar la eficiencia en la producción y la obtención de animales transgénicos con mejores características productivas, entre otras.

Los estudios genéticos y biotecnológicos también tienen una amplia aplicación en la población humana. Se aplican medicamentos biotecnológicos para mejorar las condiciones de vida del hombre, en la elaboración de vacunas, por ejemplo, para la prevención de la meningitis, del cólera, del dengue hemorrágico y en la producción de otros medicamentos. Además, algunos de estos medicamentos se aplican en la prevención y tratamiento del SIDA.

El sistema de atención a la salud, en Cuba, creó las condiciones para la detección de los portadores de la anemia falciforme o sickle cell anemia, enfermedad hereditaria bastante difundida en el país. Esto permitió controlar su frecuencia de aparición. También se realizan trabajos para la determinación y tratamiento de la enfermedad denominada fenilcetonuria, que provoca retraso mental y otros trastornos en los niños, pudiendo ocasionar su muerte; aunque no es una enfermedad muy frecuente en el país.

Un logro significativo de la salud cubana y de la aplicación de los conocimientos genéticos lo constituye el desarrollo de las consultas genéticas para detectar malformaciones hereditarias en el feto, que pueden ser determinadas con el empleo de distintas técnicas de avanzada, y así poder prevenir el nacimiento de niños afectados.

TAREAS DE APRENDIZAJE

1. ¿Qué importancia tuvieron los trabajos realizados por Gregorio Mendel?
2. ¿Qué es la herencia?

3. ¿Qué características presentaban las plantas que seleccionó Mendel para la realización de sus experimentos?
4. Explique cómo analizó Mendel el fenómeno de la dominancia y la recesividad.
5. ¿Por qué los conocimientos genéticos son importantes en la biotecnología y en la salud?
6. Visite el policlínico universitario de su comunidad e investigue sobre la aplicación de los conocimientos genéticos que se ponen en práctica en la atención a la salud de la población.

9.2 Introducción al estudio de la reproducción humana

El hombre, al igual que otros animales, presenta un sistema reproductor. Este sistema está constituido por un conjunto de órganos, propios del sexo masculino o del sexo femenino, que intervienen en la función de reproducción y garantizan la formación de otros seres semejantes a los progenitores. Para ello se distinguen tres aspectos importantes: la producción de células sexuales o gametos, la producción de hormonas sexuales y la realización de la relación coital.

En el hombre, debido al desarrollo alcanzado por el cerebro y las condiciones sociales, surge el carácter consciente en las relaciones sexuales, permitiendo las más completas expresiones de socialización, fraternidad y amor, cualidades solo de la especie humana. Esto le permite planificar su unión y descendencia, diferenciándolo sustancialmente del resto de los animales.

Características generales de la estructura y función del sistema reproductor masculino

El sistema reproductor masculino se divide, de acuerdo con la situación de los órganos que lo componen, en dos partes: interna y externa. Los órganos genitales masculinos internos están constituidos por las glándulas sexuales masculinas o *testículos*; los conductos genitales masculinos o vías espermáticas, que son: *conducto del epidídimo*, *conducto deferente* y *conducto eyaculador*; las glándulas anexas: *vesículas seminales*, *próstata* y *glándulas bulbouretrales*. Los órganos genitales masculinos externos son los *escrotos* y el *pene*.

Los testículos son los órganos principales del sistema reproductor masculino; por sus funciones se identifican como glándulas. Tienen dos funciones importantes, producen los espermatozoides y las hormonas sexuales. En número de dos se encuentran ubicados en los escrotos, fuera del abdomen. Tienen forma ovalada, con una longitud aproximada de cuatro centímetros. Su estructura interna está formada por un conjunto de tubos denominados *tubos seminíferos*, donde se forman los espermatozoides. Separando estos tubos, existen tabiques de tejido conectivo, en los que se encuentran células especializadas en la secreción de hormonas sexuales masculinas o andrógenos.

La testosterona es la hormona masculina más importante y es la causante de los caracteres distintivos de las personas de este sexo, pues tiene efectos sobre el desarrollo de los órganos genitales masculinos (caracteres sexuales primarios), así como otras estructuras o funciones corporales del adulto (caracteres sexuales secundarios). La secreción de estas hormonas está regulada por las hormonas hipofisiarias.

Entre los caracteres sexuales secundarios, en la adolescencia se destacan la mayor talla del varón. Crecen en este período muy rápidamente y alcanzan un mayor desarrollo de la musculatura esquelética. También cambia el tono de su voz; aparece el vello en la cara, las axilas y el pubis, mayor espesor de la piel y el tamaño de la laringe, que favorece la emisión de una voz grave, típica del varón. Alcanzan un mayor desarrollo de sus órganos genitales y aparecen las primeras eyaculaciones espontáneas, generalmente durante la noche.

Los tubos seminíferos de cada testículo se agrupan a un lado de este y salen formando el *epidídimo*, donde se almacenan los espermatozoides temporalmente. Esto permite que se mantengan a temperatura más baja que la del interior del cuerpo, lo que facilita la formación de los espermatozoides. Durante el desarrollo del feto los testículos se forman en el abdomen y descienden al escroto, generalmente antes del nacimiento.

Los conductos genitales masculinos están constituidos por un sistema de conductos excretores que se extienden desde los testículos hasta la uretra. Los conductos del epidídimo, deferente y eyaculador, son los segmentos de las vías espermáticas, que tienen la función de transportar los espermatozoides desde los testículos hasta la uretra.

El conducto del epidídimo es un largo conducto, con un trayecto sinuoso. Se encuentra envuelto en tejido conectivo y forma un conjunto de estructuras llamadas epidídimo, situado en el borde posterior del testículo. A continuación de este se encuentra el conducto deferente, que es también un largo conducto, de paredes gruesas, que se extiende desde el epidídimo hasta el conducto eyaculador, cercano a la uretra.

El conducto eyaculador tiene un trayecto corto, que se extiende desde el punto donde se unen el conducto deferente y la vesícula seminal, hasta la porción prostática de la uretra que atraviesa el espesor de la próstata.

En el conducto eyaculador se reciben las secreciones de las *vesículas seminales*, que son un par de glándulas que tienen la función de producir gran parte del líquido seminal. Se encuentran situadas en la cavidad pelviana, detrás del fondo de la vejiga y lateralmente a los conductos deferentes. También el conducto eyaculador recibe las secreciones de la *próstata*, glándula impar, situada también en la cavidad pelviana, que tiene la función de secretar la mayor parte del líquido seminal; está atravesada por los conductos eyaculadores y la uretra.

Las *glándulas bulbouretrales* son un par de glándulas pequeñas que se encuentran debajo de la próstata y tienen la función de secretar, durante las estimulaciones sexuales, un líquido viscoso que elimina los restos de orina que pueden haber en la uretra, y neutraliza la acción irritante de esta.

Las secreciones de estas glándulas, junto con los espermatozoides y otras sustancias, constituyen el *semen*, también denominado esperma. Es un líquido viscoso, de aspecto generalmente homogéneo, de color blanco grisáceo y olor

característico, que en condiciones normales es ligeramente básico (pH 7,5). En él los espermatozoides se mueven libremente.

El *pene* es el órgano de la cópula en el varón, que está atravesado por la uretra. Este órgano está situado por delante de las bolsas escrotales. El *glante* posee numerosas terminaciones nerviosas y una hendidura que constituye el orificio externo de la uretra. Por este orificio se expulsan el semen y la orina que, por regulaciones reflejas, no salen simultáneamente.

La piel que cubre el pene forma, en el glante, un pliegue libre, denominado *prepucio*, que es deslizante y generalmente lo cubre en su totalidad; existen casos en que este es muy estrecho y no permite descubrir el glante, lo cual constituye una dificultad (denominada fimosis), que puede ser solucionada mediante una intervención quirúrgica. En los adolescentes, la región del cuello del pene no se encuentra queratinizada y esto los hace más vulnerables a contraer infecciones de transmisión sexual.

Ante estímulos sexuales, entre otras causas, las dimensiones del pene pueden variar considerablemente. Esto se debe a que, en su constitución interna, existen espacios que tienen la propiedad de retener gran cantidad de sangre; de las arterias llega sangre hasta esos espacios y, ante estas estimulaciones, se provoca la erección.

El *escroto* es una bolsa musculosa de paredes finas, que se contrae en respuesta a diferentes estímulos, como estimulaciones sexuales, ejercicios físicos y cambios de temperatura, lo que provoca el acercamiento de los testículos al cuerpo.

9.3 Características generales de la estructura y función del sistema reproductor femenino

El sistema reproductor femenino se divide en dos partes, según la posición que ocupan los órganos que lo componen: externos e internos. Los órganos genitales femeninos internos están constituidos por las glándulas sexuales femeninas u *ovarios* y los conductos genitales femeninos, que son: las *trompas de Falopio*, el *útero* o *matriz*, y la *vagina*. Los órganos genitales femeninos externos son denominados en su conjunto *vulva*.

Los *ovarios*, órgano par, derecho e izquierdo, con forma semejante a una almendra, están situados en la cavidad pélvica. Tienen un tamaño aproximado de 2,5 cm de longitud. En ellos se forman los *óvulos* y se secretan las hormonas sexuales femeninas (estrógeno y progesterona).

La formación de óvulos comienza en la vida prenatal, pero se interrumpe antes del nacimiento y se reinicia en la pubertad, de forma cíclica, durante la vida fértil de la mujer.

Aproximadamente después de los ocho años se comienzan a producir con mayor intensidad las hormonas sexuales femeninas. Los estrógenos intervienen en el desarrollo de los caracteres sexuales secundarios femeninos, entre los que se destacan: la pelvis se ensancha, se redondean las caderas (por la acumulación de tejido adiposo en esta zona), se desarrollan las glándulas mamarias, aparece el vello en el pubis y en las axilas, y se presenta la primera menstruación denominada *menarquia*. La progesterona prepara al útero

para el embarazo y a las mamas para la lactancia. La producción de estas hormonas, al igual que en el caso del varón, está regulada por hormonas hipofisarias.

Las *trompas de Falopio* son dos conductos, derecho e izquierdo, que tienen la función de captar los óvulos liberados del ovario durante la ovulación y conducirlos hacia la cavidad uterina. También conducen los espermatozoides en dirección opuesta y es el lugar donde habitualmente se realiza la fecundación. Tienen una longitud aproximada entre 10 y 12 cm; el extremo cerca del ovario es más dilatado y en forma de embudo; su constitución es musculosa y está revestido interiormente de tejido epitelial ciliado.

El *útero*, órgano impar, en forma de cono, que tiene la función de anidar el óvulo fecundado, está situado en la cavidad pelviana, entre la vejiga urinaria, por delante, y el recto por detrás. Es musculoso y hueco; tiene un tamaño aproximado de 7,5 cm de largo y 5 cm de ancho en la mujer adulta, y en su interior existe una capa mucosa con gran cantidad de glándulas. En este lugar se anida y desarrolla el huevo o cigote.

La *vagina* es un conducto impar, con paredes musculomembranasas, que tiene la función de actuar como órgano de la cópula en la muchacha, donde se depositan los espermatozoides contenidos en el semen eyaculado por el varón al culminar el coito. También actúa como vía excretora de la menstruación, y como vía de paso del feto en el proceso del parto. Se extiende desde el fondo de la cavidad pélvica hasta la vulva, situada entre la vejiga urinaria y la uretra, por delante, y el recto por detrás. En las adolescentes se produce menor cantidad de secreciones vaginales, lo que causa mayor fricción y laceración durante el coito; también presentan la denominada ectopia cervical fisiológica, que aumenta la vulnerabilidad a las infecciones de transmisión sexual.

La *vulva* está constituida por los labios mayores, situados lateralmente; el vestíbulo de la vagina, espacio comprendido entre los labios menores, presenta hacia atrás el orificio vaginal, hacia delante el orificio uretral externo, y hacia la parte posterior de la base de los labios mayores se localizan los conductos de las glándulas de Bartolino, cuyas secreciones actúan como lubricante en la relación coital. Otra de las estructuras que forma parte de la vulva es el *clítoris*, que es un órgano eréctil, situado por delante del orificio uretral externo, que desempeña un papel importante en las sensaciones eróticas de la mujer.

En el orificio vaginal de la mujer que no ha tenido relaciones sexuales, se observa, por lo general, una membrana llamada *himen*, que presenta pequeños orificios por donde sale al exterior el contenido menstrual.

Ciclo menstrual

La actividad sexual de la mujer está regulada, fundamentalmente, por la participación de las hormonas sexuales femeninas, que son estimuladas a su vez por el sistema endocrino, y del sistema nervioso, cuyo efecto se hace más evidente en la pubertad, con la aparición del ciclo menstrual.

El ciclo menstrual son los cambios que ocurren en cada período aproximadamente de 28 días en los órganos sexuales femeninos; comprende el tiempo que va desde el día en que comienza una menstruación hasta el primer día de la

próxima. Este ciclo puede ser dividido en dos fases: una, que tiene por resultado el desprendimiento de un óvulo maduro, u *ovulación*, y otra fase, en la que concluye la preparación de las condiciones necesarias en el útero, que permiten se anide, en él, el huevo o cigote.

La primera fase del ciclo, que concluye con la ovulación, comprende desde que en el interior del ovario comienzan a crecer unas estructuras denominadas *folículos*, las cuales contienen un óvulo. Aproximadamente 20 o más folículos crecen bajo la influencia de diferentes hormonas; por lo general solo uno es el que crece más, se rompe su pared, y el líquido que contiene, junto con el óvulo, son expulsados hacia las trompas, en las cuales puede ser fecundado.

La segunda fase del ciclo, con una duración aproximadamente de 14 días, incluye el tiempo desde la ovulación hasta la anidación, si ocurre la fecundación; o hasta la ruptura y desprendimiento de la preparación uterina, lo cual constituye el componente menstrual. Si se realiza el acto sexual con una persona que posea una infección de transmisión sexual durante la menstruación se aumentan las posibilidades de contraer la misma.

El ciclo menstrual se repite desde la pubertad hasta aproximadamente la edad de 40 a 55 años. Al llegar a esta edad, ocurre el *climaterio*, que es cuando el ciclo se hace irregular: disminuye la estimulación de las hormonas sexuales y no ocurre regularmente la ovulación, hasta que desaparece por completo la menstruación; a este período se le denomina *menopausia*.

Fecundación y desarrollo

La fecundación es la fusión del óvulo y el espermatozoide. Esta va precedida por la relación coital y, como consecuencia, de ella se forma el huevo o cigote, que se desarrolla y da origen a un nuevo individuo.

Este proceso ocurre normalmente en las trompas de Falopio, en las que el óvulo maduro permanece unas 24 horas aproximadamente con posibilidades de ser fecundado; si la relación sexual se efectúa en este tiempo, existe la posibilidad de que los espermatozoides alcancen el óvulo.

Los factores que hacen posible la fecundación son: los movimientos que realizan los espermatozoides por la actividad de su cola; las contracciones y las secreciones de los órganos genitales femeninos; la cantidad y calidad de los espermatozoides, entre otros.

De los espermatozoides depositados en la vagina, solo uno fecunda al óvulo. Muchos miles mueren en el trayecto hacia las trompas; algunos espermatozoides llegan y alcanzan la zona que rodea al óvulo; pero cuando el óvulo ha sido penetrado por uno, la acción de algunas sustancias hace que otros, que continúan llegando a él, pierdan de inmediato su actividad.

Después que el huevo recorre la trompa, llega a la cavidad uterina. Esto ha sido posible por el tejido ciliado que tapiza las trompas, además de otros factores que hacen posible que el huevo o cigote llegue al útero.

Después de llegar al útero, permanece unos cuatro o cinco días, antes de *anidarse* en una de sus paredes. Durante este tiempo, el huevo se nutre a expensas del tejido uterino. Después de múltiples divisiones y transformaciones de este huevo, se forma paulatinamente el *embrión*. Esta formación va acompañada, simultáneamente, de la formación de la *placenta* y del *cor-*

dón umbilical, que permite el paso de sustancias alimenticias, entre otras, de la sangre materna a la fetal; esta formación también posibilita el paso de productos de excreción en sentido opuesto, es decir, de la fetal a la materna.

En solo pocas semanas (ocho aproximadamente) ya se observa la forma de un pequeño ser humano, con todos sus órganos, y se perfecciona y ejercitan sus funciones durante el resto del embarazo. A partir de este momento, es que puede distinguirse en el embrión si el nuevo individuo será hembra o varón.

La causa de que unos individuos sean de sexo femenino y otros de sexo masculino está directamente relacionada con la dotación de cromosomas que el nuevo individuo reciba de sus progenitores, ya que el óvulo es portador del cromosoma sexual denominado X y el espermatozoide puede ser portador del cromosoma sexual X o del cromosoma sexual Y. Si el espermatozoide contiene el cromosoma sexual X, el nuevo organismo tendrá los cromosomas sexuales XX, y su sexo será femenino. Si el espermatozoide contiene el cromosoma sexual Y, el nuevo individuo será XY y, por tanto, su sexo será masculino.

Al final del tercer mes, el nuevo ser tiene movimientos más fuertes: mueve los dedos y la cabeza, y abre la boca, aunque su tamaño es comparable con el de un huevo de gallina.

Entre los seis y siete meses, el feto se mueve sin dificultades en el líquido que lo rodea; este líquido lo resguarda de la desecación y lo protege de impactos externos.

Pasado cierto tiempo, adopta su posición de nacimiento; por lo general, cabeza hacia abajo y extremidades flexionadas; progresivamente, aumenta de tamaño y peso. El período de embarazo dura aproximadamente unas 40 semanas; al final de este, ocurre el *parto*, que es el mecanismo de nacimiento del niño, regulado por diferentes hormonas y por el sistema nervioso.

En nuestro país están garantizados, de forma gratuita, la atención y los cuidados que requiere la maternidad.

Nunca será excesiva la preocupación que debe tener la embarazada en cuanto a la atención de su embarazo, asistiendo sistemáticamente a la consulta del médico. Siguiendo las recomendaciones de este y realizando los ejercicios físicos necesarios, en la preparación de su organismo, tanto física como psíquicamente para el momento del nacimiento de su hijo. Si la madre no está preparada adecuadamente, el nacimiento del niño podría presentar problemas que lo afectarían durante toda la vida, impidiendo que esta transcurra normalmente.

Después del nacimiento, prosigue un proceso continuo de desarrollo; finalmente, se llega al estado adulto y se termina con la muerte.

Medidas higiénicas

Para mantener un normal desarrollo y funcionamiento del sistema reproductor, tanto masculino como femenino, es necesario mantener una higiene adecuada, que proteja contra enfermedades que afecten estos órganos y, además, que contribuya a conservar la salud en general.

La higiene sexual se inicia desde el nacimiento, con el baño diario para evitar irritación a causa de la orina y las heces fecales; durante el baño se deben tocar los testículos del niño para saber si estos han descendido y se encuentran en la bolsa. Si alguno no ha descendido es necesario visitar al médico. Es importante que desde la niñez se cree el hábito de la palpación de los testículos para detectar tumores, presencia de sangre o de agua.

En el caso de las personas del sexo femenino es necesario practicar el aseo general genital y el autoexamen cada cierto tiempo, después del baño, con ayuda de un espejo para conocer mejor su cuerpo y detectar alguna lesión, flujo o irritación si la hubiera. Es necesario además que una vez iniciada la relación coital realicen el examen ginecológico de forma periódica, así como la prueba citológica y el examen de mamas como medida preventiva.

Otro aspecto a tener en cuenta es que en el aseo de los genitales masculinos corran el prepucio hacia atrás para asear el pene y evitar la acumulación de esmegma (sustancia sebácea resultado de la secreción de pequeñas glándulas), ya que esta puede causar irritación o infección. Por otra parte, en el aseo de los genitales femeninos se deben separar con los dedos de la mano izquierda los labios mayores de la vulva y con la otra mano asear los genitales que queden al descubierto, ya que tanto la humedad como los restos de la orina pueden llegar a irritarlos.

Otra medida para evitar las infecciones, que deben seguir las muchachas, consiste en la forma de realizar la limpieza posterior a la excreción urinaria o fecal, de tal manera que la limpieza de la vulva y el ano se realice por separado y de adelante hacia atrás.

Otro aspecto importante es el aseo de la cara, ya que uno de los problemas que a veces surge en la adolescencia es la aparición del acné, el cual es un padecimiento benigno que comienza en el momento en que la apariencia desempeña un papel muy importante en el concepto que el individuo tiene de sí mismo. Es necesario hacer énfasis en la importancia del lavado por la noche con agua caliente y jabón, y durante el día unas 3 ó 4 veces. Además, se sugiere dar un masaje con una toalla fina y visitar al médico en caso de que el acné no ceda ante las medidas higiénicas. El adolescente necesita saber qué debe hacer: no llevar dietas especiales, no exprimir las lesiones (granitos), no utilizar medicinas desconocidas o remedios caseros y, sobre todo, no angustiarse.

Durante la menstruación la muchacha debe continuar sus actividades habituales y su aseo personal. El aseo de sus órganos genitales debe ser más frecuente.

No podemos solamente limitar la higiene de los órganos genitales al aseo de los órganos externos. Es importante resaltar que, por medio de las relaciones coitales, podemos contraer infecciones de transmisión sexual, denominadas así porque se transmiten por medio de las relaciones sexuales.

El adolescente debe conocer que la única medida preventiva completamente efectiva para evitar adquirir una infección sexualmente transmisible, es la abstinencia de contacto sexual, así como evitar exponerse a lesiones en la piel por las cuales se pueda contagiar. Sin embargo, una vez que el hombre y la mujer han iniciado una vida sexual activa, deben cumplir las medidas preventivas siguientes:

- Tener relaciones coitales con una sola pareja.
- Usar preservativo o condón en todas las relaciones coitales.

- Revisar sus genitales y los de su pareja.
- Lavar los genitales después de realizar el coito.
- Orinar después del coito.
- Realizarse exámenes médicos periódicamente.

TAREAS DE APRENDIZAJE

1. Analice si son correctas las afirmaciones siguientes y argumente su respuesta en cada caso:
 - a) La importancia de la reproducción es diferente a la de otras funciones que ha estudiado hasta el momento.
 - b) La reproducción tiene igual significación en los animales que en el hombre, pero en este último es diferente el carácter de las relaciones sexuales.
2. Fundamente las afirmaciones siguientes:
 - a) Es conveniente que los testículos estén localizados fuera del abdomen.
 - b) El semen no solo está constituido por los espermatozoides.
 - c) Cuando el prepucio no posibilita dejar el glande al descubierto, se requiere de una intervención quirúrgica.
 - d) Las características anatómicas de los genitales femeninos posibilitan el desarrollo del embrión.
3. ¿Por qué podemos plantear que, aunque las hormonas sexuales tienen la misma acción tanto en la hembra como en el varón, los resultados en cada caso son diferentes?
4. ¿Por qué podemos plantear que en la segunda fase del ciclo menstrual, se preparan las condiciones en el útero que posibilitan que se implante el huevo o cigote?
5. ¿En qué momento aproximado, dentro del ciclo menstrual, hay más posibilidades de que ocurra la fecundación del óvulo y, por lo tanto, el inicio del embarazo?
6. ¿Por qué es indispensable, en el desarrollo embrionario, la formación de la placenta y el cordón umbilical?

9.4 Salud sexual y reproductiva

Tanto el hombre como la mujer deben alcanzar la salud sexual y reproductiva. La salud sexual es considerada la integración en el ser humano de lo somático, lo emocional, lo intelectual y lo social de la conducta sexual, para lograr un enriquecimiento positivo de la personalidad humana, que facilite sus probabilidades de comunicación y de dar y recibir amor. Por otra parte, la salud reproductiva es un estado general de bienestar físico, mental y social y no de mera ausencia de enfermedades y dolencias en todos los aspectos relacionados con el sistema reproductivo, sus funciones y procesos.

La pareja representa una de las esferas en que la sexualidad es interactiva, esencialmente social, donde tiene lugar el encuentro con el otro y se

establecen vínculos afectivos y eróticos en la comunicación física y espiritual, al ofrecer y obtener placer, satisfacción, amor y felicidad. En la pareja humana cada miembro conserva su identidad sin renunciar a sí mismo. Es la conjugación del yo con el nosotros sin sacrificar la individualidad, conforma un espacio para el crecimiento y expresión plena de la sexualidad y para la autorrealización de la personalidad.

Por otra parte, la familia constituye el primer agente de socialización de la sexualidad y el filtro que mediatiza todas las influencias que ejerce la cultura sobre el ser humano, desde que nace y a lo largo de toda la vida, puesto que es el grupo de referencia más estable en cuanto a la formación de valores, convicciones, normas de comportamiento, concepciones y actitudes sexuales. En los vínculos familiares se potencian la comunicación humana, los lazos emocionales, y se reproduce la vida cuando la pareja o el individuo deciden libremente tener descendencia.

9.5 Condiciones básicas para la selección de la pareja, el matrimonio y la constitución de la familia

La selección de la pareja es una de las decisiones más importantes en la vida de una persona. Sus efectos están presentes durante largo tiempo, aun después de terminada la relación. Por lo general, las relaciones de pareja comienzan frecuentemente por una fuerte atracción física y la necesidad de contacto e intimidad psicológica y sexual. No obstante, es necesario tener en cuenta otros elementos. Se trata de compartir gustos e intereses, favorece la comprensión mutua. También es importante intercambiar puntos de vista sobre conceptos claves para la marcha futura de la relación.

En la pareja, las personas que la integran tienen personalidad propia, con capacidades e intereses diferentes, por lo que se necesita la comprensión mutua para que se adapten el uno al otro. Por tanto, la elección no debe sustentarse solamente en la belleza externa, su popularidad en el grupo, sus facilidades para el baile o determinado deporte. Es necesario conocer bien al joven o a la joven que seleccionemos como pareja.

Tenemos que tener presente que, hoy en día, las perspectivas de desarrollo de los jóvenes son amplias. Tanto las muchachas como los varones pueden prepararse para la vida laboral, para aportar a la construcción de la sociedad. Por lo tanto, el saber cómo piensa enfrentar su vida futura la pareja que seleccionemos, es muy importante.

Es necesario que tanto los varones como las muchachas conozcan que lo fundamental para cualquier joven es aprovechar el tiempo disponible en el estudio; de esta forma, aseguran su futuro. Durante este tiempo, su organismo madura, tanto biológica como psíquicamente. Asistiendo a las actividades cotidianas de la escuela, campismo, bailes, teatros, movilizaciones agrícolas y patriótico-militares, entre otras actividades, se puede conocer a sus compañeros en sus verdaderas relaciones sociales.

El matrimonio es algo que debemos meditar profundamente, por las siguientes razones: debe estar basado en el amor recíproco de la pareja, así como en

el respeto mutuo, la solidaridad y la amistad, y, en general, en el principio de igualdad de derechos del hombre y la mujer.

En nuestra sociedad, el matrimonio brinda una posición de igualdad de derechos y deberes para el hombre y para la mujer. Ambos miembros contribuyen por igual, por medio de su trabajo, a la organización y al sostén de la vida de la familia, así como a la educación de los hijos.

9.6 Planificación familiar, embarazo precoz, embarazo no deseado. Causas y consecuencias. Los métodos anticonceptivos

La salud sexual y reproductiva, en consecuencia, entraña la capacidad de disfrutar de una vida sexual satisfactoria, sin riesgos, y procrear; con libertad para decidir hacerlo o no hacerlo, cuándo y con qué frecuencia. Esta condición lleva implícito el derecho del hombre y la mujer a obtener información de planificación familiar, de su elección, así como de otros métodos para la regulación de la fecundidad que sean seguros, eficaces, asequibles y aceptables; el derecho a recibir servicios adecuados de atención de la salud que permitan los embarazos y los partos sin riesgos, y den a las parejas las máximas posibilidades de tener hijos sanos.

La planificación familiar es el conjunto de medidas que ayudan a la pareja a evitar los nacimientos no deseados. Para lograr este objetivo es necesario que la pareja adquiera una educación adecuada sobre el sexo, los métodos anticonceptivos, la maternidad, el matrimonio y la salud familiar. En este sentido, son de gran ayuda los servicios de salud de Cuba, los cuales orientan estas medidas, sobre la base del principio de la prevención, que constituye la primera línea de la actividad para asegurar la salud de la pareja en cualquier sociedad.

Cuando se habla de embarazo precoz, nos referimos al que ocurre en las muchachas que aún no son adultas. Desde los puntos de vista biológico, psíquico y social, todavía no están aptas para dedicarse a la maternidad.

Aunque las muchachas se desarrollan primero que los varones, ambos, desde la pubertad, tienen posibilidad de fecundar; pero, desde luego, los órganos genitales no han culminado su crecimiento y desarrollo, lo que trae como consecuencia dificultades en el embarazo. Tanto las muchachas como los varones serían responsables del embarazo sin reunir condiciones de madurez física y social para ser padre o madre.

Un gran número de las madres adolescentes tiene embarazos con riesgos, tales como: anemia, partos difíciles y niños bajos de peso; además, en la mayoría de los casos traen al mundo un hijo no deseado, el cual sufriría las consecuencias de la irresponsabilidad de sus progenitores, ya que todavía necesitan de ayuda y guía, tanto de la familia como de la sociedad.

Los riesgos de un embarazo precoz son tan graves como las complicaciones que trae el interrumpirlo por medio de un aborto; este no es el método idóneo de control de la natalidad, pues constituye una operación con riesgos anestésicos y quirúrgicos.

Por esto, es necesario que conozcas los métodos anticonceptivos que existen, que no ponen en peligro la vida de la mujer ni la del hombre. Ellos

impiden la fecundación del óvulo por el espermatozoide. Los métodos anticonceptivos son aquellos que utiliza la pareja para evitar la fecundidad, y de esta manera prevenir el embarazo no deseado. Esto le permite establecer un control de la natalidad y aplicar una planificación familiar acorde con sus intereses; además, evita la práctica del aborto o interrupción de la gestación, con sus riesgos y secuelas. En general, los métodos anticonceptivos pueden ser: de tipo biológico, como el método del calendario y el coito interrumpido; de tipo mecánico, como el condón o preservativo y el diafragma; los dispositivos intrauterinos, como el anillo, el asa, la T; químicos locales, con espermaticidas en forma de aerosol, crema y óvulos; químicos sistémicos, con hormonas por vía oral o parenteral; y quirúrgicos, por la obstrucción de las trompas de Falopio en la mujer y de los conductos deferentes en el hombre.

Para los jóvenes, es recomendable la utilización del condón o preservativo; este consiste en una cubierta de goma fina que se coloca sobre el pene erecto e impide el paso de semen a la vagina; además, constituye una forma de protección contra infecciones de transmisión sexual. También existe el condón femenino, pero es menos utilizado en nuestro contexto.

Es necesario que los jóvenes establezcan relaciones amorosas que den lugar a familias felices y estables, buscando el momento oportuno que tal decisión reclama.

Salud sexual. ITS/SIDA. Medidas preventivas

Las infecciones de transmisión sexual, denominadas ITS, son enfermedades infectocontagiosas que se expresan clínicamente con distinta sintomatología y que tienen diferentes causas. Las reúne el hecho epidemiológico de adquirirse principalmente por contacto sexual, independientemente de la preferencia sexual, sin ser este el único mecanismo de transmisión.

Son evitables en la mayoría de los casos y pueden ser diagnosticadas en etapas tempranas. Algunas ITS son de expresión clínica esencialmente local y regional, mientras otras dan síntomas sistémicos o son asintomáticas.

Se les nombra preferiblemente infecciones y no enfermedades, por el hecho de que en su evolución muchos de estos agentes no causan sintomatología en todo momento o en todas las personas, por lo que existen individuos que portan estas infecciones y no presentan síntomas, o los signos desaparecieron sin que se pueda hablar de cura.

Las infecciones de transmisión sexual pueden ser provocadas por: *virus*, como el virus de inmunodeficiencia humana (VIH), causante del SIDA (Síndrome de Inmunodeficiencia Adquirida); el virus del herpes simple; el virus del papiloma humano, y el virus de la hepatitis B; *bacterias*, como la sífilis y la gonorrea, entre otras; *protistas*, como la *Tricomonas vaginalis*; o por *hongos*, como *Cándida albicans*.

El SIDA es la forma más grave de infección por el VIH. Esta ocasiona la destrucción del sistema inmunológico y hasta hoy no tiene cura. Cuando existen manifestaciones clínicas se habla de SIDA. Entre el VIH y otras ITS se establece un círculo vicioso; la presencia de una ITS en una persona facilita la transmisión del VIH; y si un individuo es portador del VIH, en él aumenta la vulnerabilidad para contraer una ITS. Un ejemplo que ilustra lo anterior es que si

una persona tiene sífilis se incrementa de tres a nueve veces el riesgo de transmisión del VIH.

Algunas de estas infecciones son incurables; por tanto, la adopción de una conducta sexual responsable puede evitar significativamente el riesgo de contraer una ITS o el VIH/SIDA en una relación de pareja. En primer lugar, no llegar a la relación coital, es decir, con introducción del pene, con intercambio de secreciones orgánicas. En caso de que la pareja se considere preparada para el inicio de la vida sexual activa, deben emplear el condón, lo cual se denomina sexo protegido.

En resumen, la prevención de estas infecciones depende, fundamentalmente, de una adecuada selección de la pareja, evitando el cambio desordenado de esta, y utilizando el condón o preservativo en el acto sexual.

Ante cualquier alteración en los órganos genitales se recomienda asistir a tiempo al médico, que es quien puede dar una orientación correcta.

TAREAS DE APRENDIZAJE

1. Reflexione acerca de cada uno de los planteamientos siguientes y argúmentelos:
 - a) La menarquia indica que, en la hembra, ha madurado algún óvulo, pero no que hay condiciones para la maternidad.
 - b) La evitación del embarazo precoz no es solo responsabilidad de la hembra adolescente.
 - c) La planificación familiar posibilita que no se presenten embarazos no deseados.
2. Analice los siguientes planteamientos y argumente en cada caso:
 - a) Todas las infecciones de transmisión sexual, incluyendo el VIH/SIDA son curables.
 - b) Mantener una conducta sexual responsable es la forma fundamental para alcanzar la salud sexual y reproductiva.
3. Visite el policlínico universitario más próximo a la escuela y dé respuesta a la interrogante siguiente: ¿por qué los adolescentes son más vulnerables para contraer una ITS o el VIH/SIDA?
4. ¿Por qué es necesario mantener el aseo diario de los órganos genitales?

CAPÍTULO 10

El hombre, la ciencia y la tecnología

10.1 Población. Factores que intervienen en la producción material

La población ocupa un lugar particular en el desarrollo de la producción material. Los seres humanos son quienes producen y a su vez consumen directa e indirectamente lo que producen. Utilizan los recursos naturales; estos constituyen condiciones indispensables, pues sin ellos no pueden desarrollar las actividades productivas y satisfacer sus necesidades, por ejemplo, la electricidad, la ropa, el calzado, los medicamentos, el cemento, etcétera. De esta manera se establece una estrecha relación entre población y producción material.

Los factores demográficos que influyen en la producción material son la distribución de la población y su crecimiento, aunque no constituyen factores determinantes, son las condiciones socioeconómicas imperantes.

Crecimiento de la población: estructura de la población y densidad. La población, un problema medioambiental de estos tiempos

El crecimiento anual de la población mundial es de 1,2 %, aunque se observan grandes disparidades a nivel mundial, se acelera cada día en los países subdesarrollados. Se estima que para el 2025 llegará a 1 600 millones, como se representa en la figura 10.1.

Población mundial (pronóstico para el año 2025)

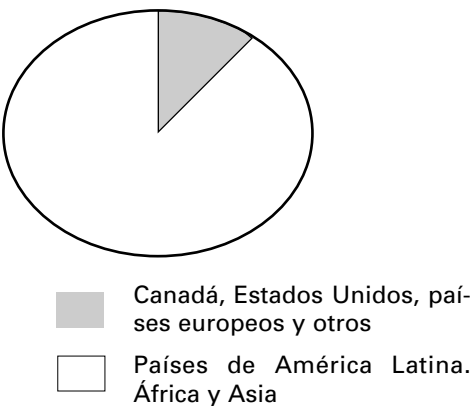


Fig. 10.1 Crecimiento acelerado de la población mundial.

Para realizar el análisis del ritmo de crecimiento de la población, es necesario conocer indicadores demográficos de importancia, como son:

- Tasa bruta de natalidad (TBN), cantidad de nacimientos por cada mil habitantes en un año. Se expresa en tanto por mil.
- Tasa bruta de mortalidad (TBM), cantidad de fallecidos por cada mil habitantes en un año. Se expresa en tanto por mil.

El *crecimiento natural* (CN) es la diferencia entre la tasa de natalidad y la de mortalidad en un período de un año, y se expresa igualmente en tanto por mil. Por ejemplo, Cuba, en el año 2007, tuvo una tasa de natalidad de 10 por cada mil y una tasa de mortalidad de 7,3, y su crecimiento natural fue de 2,7 por cada mil habitantes.

El ritmo de crecimiento natural varía de acuerdo con el nivel de desarrollo de los países. Hay una tendencia a la disminución de la población; en los países desarrollados este ritmo es bajo, mientras que en los países subdesarrollados es elevado. La eliminación de las desigualdades económicas y sociales en el mundo posibilitaría un crecimiento equilibrado más racional de la población. Otro indicador demográfico de gran valor es la *tasa de mortalidad infantil* (TMI), entendida por la cantidad de niños y niñas menores de un año que fallecen por cada mil nacidos vivos en un año. Aunque actualmente hay descensos del comportamiento de este indicador en el mundo, Cuba alcanzó una tasa de mortalidad infantil de 5,3 en el 2007 y al cierre del 2008 fue de 4,7.

El proceso de crecimiento de las ciudades se denomina *urbanización*. Se pronostica que para el 2015 en el mundo haya 36 ciudades de más de 8 millones de habitantes, de ellas 30 en los países subdesarrollados, para 83,3 %. El índice de urbanización alcanzado en Cuba fue de 75,4 % en el 2007. La *estructura de la población* está dada por su composición y sus proporciones: edad, sexo, actividades económicas, tipos de residencias (urbana, rural), grupos de razas, etcétera. Estos se representan en *pirámide de población*, que es la representación gráfica de la distribución por edad y sexo de la población. Pueden adoptar distintas formas, según las circunstancias demográficas de un momento y un lugar determinados.

Los logros alcanzados en la salud cubana y la atención que recibe el adulto mayor se refleja en la esperanzada de vida, que es el promedio de años que se espera que viva un individuo. En Cuba, en el año 2007 fue de 77 años.

Distribución geográfica de la población a nivel mundial y de Cuba

Al observar el mapa de "Distribución mundial de la población", se observa que la población se encuentra distribuida desigualmente por toda la superficie emergida del planeta, y tiende a concentrarse en las regiones más ricas o en aquellas que, por alguna razón coyuntural o histórica, necesitan mucha fuerza de trabajo para mantener su economía, aunque sea de subsistencia. Más del 90 % de la población mundial se asienta en el hemisferio norte, entre los 20° y 60° de latitud, principalmente en las zonas costeras con climas benignos y alrededor de los grandes ríos. La *densidad de población* es la relación entre el total

de población de un país y su superficie; se expresa en hab/km². Al observar el mapa de “Distribución mundial de la población” se destacan grandes áreas por su gran densidad de población:

- Asia oriental y meridional, donde se concentra más de la mitad de la población mundial. Allí se encuentran los dos países más poblados del mundo: China, con más de 1 300 millones de habitantes, e India, con unos 1 100 millones.
- Europa, especialmente su zona central, que cuenta con más del 10 % de la población mundial y con países que tienen densidades que superan los 500 hab/km².
- América del Norte, que concentra su población en las costas y en la zona de los Grandes Lagos, principalmente por su alto desarrollo económico.
- Algunos focos aislados, como son el golfo de Guinea, el valle del Nilo, México, Indonesia, la costa brasileña, y otros.

Existen otros territorios que están prácticamente deshabitados, como son los grandes desiertos tropicales y las tierras árticas. En la distribución de la población inciden factores que posibilitan su concentración, tales como: factores físicos, en aquellos lugares donde abunda el agua, que es necesaria para la actividad agropecuaria y para el abastecimiento de la población, en las zonas costeras y las áreas alrededor de los grandes ríos, en zonas con climas templados, que generalmente tienen temperaturas suaves durante todo el año y lluvias abundantes y regulares valles y llanuras con suelos fértiles y áreas con recursos energéticos, hulla, petróleo, etcétera. La población suele evitar territorios con temperaturas excesivamente altas o bajas; zonas áridas o sin depósitos de agua y áreas con una humedad elevada y constante. No obstante, el ser humano puede vencer estos negativos factores físicos a través de la tecnología. Esto explica que algunos puntos localizados en desiertos, selvas o casquetes polares hayan estado poblados desde la Antigüedad. Los factores humanos que explican también la distribución de la población son los factores históricos, económicos y políticos; por ejemplo: las zonas pobladas desde tiempos antiguos, como Europa y el sudeste de Asia, siguen manteniendo elevadas densidades demográficas, zonas en las que se concentran las actividades económicas atrayendo a la población; así como gobiernos que pueden obligar a la población a trasladarse a una región o decidir impulsar la economía de una zona deshabitada para que la población se instale en ella.

En Cuba la densidad de población en el año 2007 fue de 102,3 hab/km², con las mayores concentraciones de población en Ciudad de La Habana, La Habana y Santiago de Cuba.

Otro rasgo de la distribución de la población mundial es la forma alarmante en que se manifiesta el éxodo del campo hacia la ciudad y el surgimiento de enormes ciudades y aglomeraciones urbanas, por lo que se estima que para el 2025, según la ONU, el 60 % de la población mundial viva en las ciudades, originadas por las *migraciones*, que es el movimiento que realiza la población y que implica cambios de localidad o de país. En los países subdesarrollados es donde ocurren principalmente las migraciones del campo a las ciudades; América Latina presenta la más grave situación. En Cuba, en el 2007, este indicador se comportó en 2,9 por cada mil habitantes.

La población, un problema medioambiental de estos tiempos

Las teorías burguesas en los países capitalistas mantienen el criterio de que el crecimiento acelerado de la población en los países subdesarrollados es la causa de la destrucción del medioambiente, del hambre, del analfabetismo, de las enfermedades y otros males. Esta teoría determinista fundamenta que las condiciones naturales son un factor decisivo para el desarrollo de la sociedad, sin tener en cuenta el sistema socioeconómico. El economista inglés, Malthus, y los neomalthusianos plantean una política de restricción de natalidad; para ellos, hay una divergencia entre aumento de la población y producción de alimentos, cuyos efectos podrán ser atenuados con la supresión de la población excedente de las clases pobres y explotadas. La teoría marxista leninista de la población refuta estas posiciones: no es el crecimiento de la población el causante de los males de los países subdesarrollados, pues hay que tener en cuenta los factores socioeconómicos.

En estos tiempos, el crecimiento de la población es considerado como un problema medioambiental; no obstante, el hombre a lo largo de su historia ha estado vinculado con su medioambiente en una relación de interdependencia. Actualmente la influencia de la sociedad sobre la naturaleza es más intensa e indiscriminada derivado del propio desarrollo de la Revolución Científico-Técnica, que trae un mayor crecimiento demográfico y de hecho un uso más intensivo e irracional de los recursos, generando problemas más graves: se intensifican las diferencias entre ricos y pobres; se incrementan las necesidades en la población; hay un mayor uso de los recursos naturales, corriéndose el riesgo de que se agoten, se deterioran los paisajes naturales, aumente la pobreza, la desnutrición, la insalubridad; se incrementan las desigualdades raciales y de género, etcétera. La avidez del sistema socioeconómico de los países desarrollados es la que lleva al colapso al planeta.

TAREAS DE APRENDIZAJE

1. ¿Qué relación existe entre los factores demográficos y la producción material?
2. Analice las teorías burguesas acerca del crecimiento de la población mundial en los países subdesarrollados y llegue a conclusiones.
3. Argumente la afirmación: "La población es un problema medioambiental de estos tiempos".

10.2 Características e importancia de la industria en el mundo actual.

Principales tipos de industrias

En grados anteriores se estudió cómo el hombre cultiva el suelo y cría animales, como una de las actividades más antiguas de la humanidad, que comprende la producción agrícola y pecuaria. Su objetivo fundamental es la obtención

de alimentos, aunque también provee al hombre de *materias primas*, de aquellos productos procedentes del mundo mineral, vegetal o animal, que mediante un proceso de elaboración industrial sirven para obtener productos destinados al uso o consumo inmediato, o bien productos semielaborados a partir de los cuales se pueden obtener otros de uso industrial, como fibras textiles, grasas industriales, pulpa para papel, etc., constituyendo esta una de las ramas de la producción material (figura 10.2).

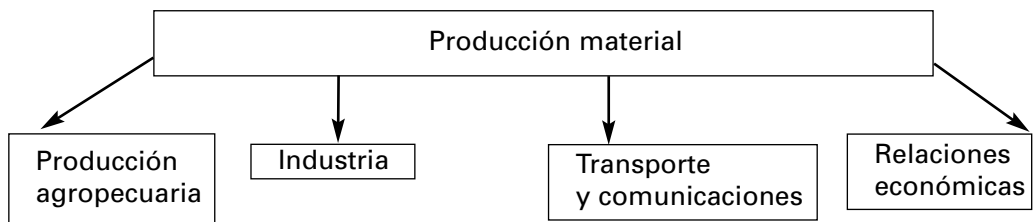


Fig. 10.2 Ramas de la producción material.

Otra rama de la *producción material* la constituye la actividad industrial, que es una actividad económica fundamental para el hombre, ya que mediante el trabajo este transforma los elementos y fuerzas que la naturaleza pone a su disposición para su aprovechamiento, con el fin de crear *bienes materiales*, conjunto de objetos o fenómenos que satisfacen necesidades materiales del ser humano. Requiere de grandes volúmenes de recursos naturales, de energía, de fuerza de trabajo, agua y mercado para su puesta en marcha y progreso, ejerciendo gran influencia en las economías nacionales y mundial.

La Revolución Científico-Técnica (RCT) influye en el desarrollo industrial, eleva el nivel técnico, los índices cuantitativos y cualitativos de la agricultura, el transporte, los medios de comunicación, etcétera.

La existencia y desarrollo de nuevas ramas industriales indican el progreso científico y técnico mundial. La localización industrial varía, desde una industria aislada a un Complejo Territorial de Producción, conjunto de industrias ubicadas en un lugar geográfico determinado, que se interrelacionan sobre la base de la similitud de materias primas, de procesos tecnológicos, de medios de transporte, y otros, de forma tal que alcancen determinada especialización en ciertas producciones y contribuyan al desarrollo de la economía regional y nacional de un país, hasta llegar a una región industrial, ya sea de importancia nacional e internacional. En el mapa “El Mundo: Industria” se observan las principales regiones industriales a nivel mundial.

La industrialización no presenta características similares en todos los países, depende de condiciones históricas, socioeconómicas y del sistema social imperante.

En el mundo actual, los países desarrollados son los que tienen su base industrial en la industria pesada, con la aplicación de tecnologías de avanzada en todas las ramas industriales, aportando alrededor del 90 % de la producción industrial mundial con solo aproximadamente el 30 % de la fuerza de trabajo. En los países subdesarrollados es diferente, la organización industrial se encuentra sustentada sobre la base de la industria ligera y manufacturera, con tecnologías solo avanzadas en las ramas que son controladas por monopolios capitalistas; el estado o firmas nacionales apenas

aportan el 10 % de la producción industrial mundial, con una fuerza de trabajo de aproximadamente 70 %.

En los países desarrollados los monopolios controlan el financiamiento, la tecnología, y la comercialización del producto industrial, y los países subdesarrollados conforman sus zonas industriales en dependencia de las posibilidades financieras y de comercio que puedan obtener.

Desde el triunfo de 1959, el Gobierno Revolucionario cubano eliminó las desproporciones económicas territoriales; puso en práctica una política inversionista en todo el país, que impulsó la desconcentración industrial capitalina y se crearon nuevas zonas industriales. A partir de los años 90, con la caída del campo socialista y el recrudecimiento del bloqueo económico impuesto por Estados Unidos, la industria cubana se deprimió considerablemente y el gobierno comenzó a desarrollar nuevas estrategias en esta esfera de la economía.

Tipos de industrias

Las industrias, cuyas producciones son indispensables para el funcionamiento de otras, como la energética o la de conformación de metales, se denominan industrias pesadas. Ellas son las llamadas “fábricas de fábricas”; estas industrias necesitan de grandes volúmenes de materias primas para construir equipos y maquinarias, así como también requieren de grandes inversiones financieras y del empleo de cantidades considerables de energía. Constituyen la base de la industrialización de un país y se concentran generalmente en países desarrollados. Ejemplo: la industria de construcción de maquinarias.

Las denominadas industrias ligeras son las que requieren de tecnologías poco complicadas, volúmenes de materias primas pequeños; sus producciones son bienes de consumo y uso. Por ejemplo, la industria del calzado, la textil, la de confecciones varias, y otras.

La industria biotecnológica en Cuba

La industria biotecnológica se sustenta en la investigación-producción y genera conocimientos para el desarrollo de nuevos productos, servicios y actividad comercial, sobre la base de un sistema de calidad y teniendo en cuenta la dimensión ambiental. Su impacto está destinado a la salud humana, las producciones agropecuarias, acuícola, y al medio ambiente.

El Centro de Ingeniería Genética, método esencial para el desarrollo de nuevos productos y solución de problemas de la ciencia y la técnica, y la Biotecnología (CIGB), tienen un papel integrador en la esfera de la biotecnología cubana. Con alta capacidad científico-técnica, asumen la responsabilidad de contribuir directamente al desarrollo económico y social de nuestro país, desarrollando proyectos encaminados a la obtención de productos biomédicos dirigidos a la prevención y terapia de enfermedades infecciosas, cardiovasculares y neurodegenerativas, cáncer, inflamación, autoinmunidad, cicatrización, etcétera.

Asimismo, se dirigen hacia la introducción de genes para la defensa frente a plagas y enfermedades producidas por virus y hongos, además de mejorar las propiedades relacionadas con su uso en la industria y en la alimentación ani-

mal. En la actualidad se llevan a cabo proyectos en cultivos como la caña de azúcar, la papa, el tomate, el arroz, el boniato, y el maíz, y se trabaja en colaboración con otras instituciones cubanas que realizan investigaciones en otros cultivos, como cítricos y frutales.

El departamento de plantas se dedica a la biología molecular y el mejoramiento genético de especies vegetales de interés agrícola, protección de cultivos, así como también para la alimentación y para la salud humana y animal.

Las producciones farmacéuticas se realizan en áreas productivas aptas para la fabricación de medicamentos como son: la vacuna contra la hepatitis B, Interferón alfa 2b, Interferón gamma, Factor de Transferencia, Factor de Crecimiento Epidérmico, entre otras.

TAREAS DE APRENDIZAJE

1. ¿Por qué la industria constituye un indicador de desarrollo de la economía contemporánea?
2. Valore la actividad industrial de la provincia donde vives y su influencia en la economía del país.
3. ¿Por qué se puede afirmar que la participación de los países subdesarrollados en la producción industrial es limitada?
4. Localice y nombre apoyado del mapa "El Mundo: industria", algunas de las principales áreas industriales del planeta. Ejemplifique algunas de las industrias existentes en las áreas localizadas.
5. Investigue si los propósitos del desarrollo de la biotecnología en Cuba son los mismos que en otros países.

Utilización inadecuada de la ciencia y la tecnología en la industria. La industria bélica. Efectos negativos de la guerra química y biológica. Su efecto en el medio ambiente

En las últimas décadas, los países capitalistas desarrollados han ido tomando conciencia de la necesidad de la protección del medio ambiente y el uso racional de los recursos naturales, preocupándose por la contaminación de origen industrial y la posible contaminación que puede causar el producto final. El propósito es evitar el daño que pueden provocar en los pasos de la cadena de producción, no solo durante la fabricación sino también durante el uso y el desecho de productos.

Constituyen preocupaciones la disminución del consumo de energía y la recuperación de los desechos de las materias primas sobrantes, así como también la sustitución de materiales contaminantes en el proceso industrial. Sin embargo, las industrias altamente contaminantes son instaladas por las empresas transnacionales en los países subdesarrollados que se ven obligados a recibirlos.

No obstante, a pesar de los avances logrados, existe consenso en que las medidas conservacionistas y proteccionistas del medio ambiente, deben ser acrecentadas para reparar los daños ya producidos y evitar la generación de nuevos daños.

La industria bélica ha alcanzado un gran desarrollo y es característica de la economía de los países imperialistas y de otros desarrollados. Una gran parte del presupuesto de estos países se destina a la fabricación de armamentos (bombas de aviación, proyectiles de artillerías, cohetes, granadas, minas, etcétera).

Los países de América Latina y el Caribe, sin proponérselo, contribuyen a los gastos militares de los países desarrollados, pues gran parte del dinero que extraen estos últimos de los países subdesarrollados, al igual que los recursos naturales, son invertidos en la fabricación de armas. Estados Unidos demanda entre 11 y 14 % del total mundial de aluminio, cobre y cinc para la fabricación de armamentos. El potencial ofensivo de sus fuerzas armadas y las de otros países desarrollados, como resultado de la desenfadada carrera armamentista constituye una de las mayores y más graves amenazas para la paz y la supervivencia de la humanidad por los daños que puede ocasionar al medio ambiente. Por ejemplo: una guerra nuclear sería suficiente para que ardieran 1 000 urbes grandes, y cientos de millones de toneladas de polvo, cenizas y hollín fueran a parar a la atmósfera, se produjeran descensos bruscos de la temperatura, el frío sería intenso y no sobreviviera ningún ser viviente.

Las guerras químicas son las que utilizan sustancias tóxicas, gases de combates y otros agresivos químicos que afectan a personas, animales y plantas, así como el suelo, el aire y el agua. Estas han ocasionado cientos de pérdidas materiales y humanas. El uso de gases lacrimógenos (gas naranja defoliante), el dicloro, el uranio empobrecido, y la bomba de NAPALM utilizada por los Estados Unidos en la guerra contra Viet Nam y las agresiones a Irak, han ocasionado la desaparición de extensos bosques, de la fauna, serias afecciones en los suelos y al hombre, quien ha desarrollado enfermedades tales como el cáncer, y afecciones de las vías respiratorias, la piel, y el sistema nervioso central, entre otras.

Cuba ha sido objeto de múltiples agresiones con el objetivo de privar de la vida a nuestro Comandante en Jefe y otros dirigentes de la Revolución, en ellas se han utilizado diferentes sustancias químicas como el cianuro de potasio (sal ternaria no oxigenada).

La guerra biológica es un medio de exterminio en masa de las personas, plantas y animales. Su base está constituida por medios biológicos que son los microorganismos de enfermedades infecciosas (bacterias, hongos, virus) y otros. El ataque biológico puede ser transmitido por el aire, por el comercio (hormigas), por vectores, por contacto y otros introducidos intencionalmente.

Diversas bacterias para la transmisión y desarrollo de enfermedades han sido creadas por Estados Unidos para utilizarlas como armas biológicas, mediante insectos: mosquitos hospederos infestados con fiebre amarilla, malaria y dengue; pulgas infestadas con plagas; garrapatas con tularemia, fiebre recidiva y fiebre de colorado; moscas domésticas infestadas con cólera, ántrax y disentería. Todas han causado grandes pérdidas humanas y económicas en muchos países.

Cuba ha sido afectada por sabotajes biológicos, como el dengue hemorrágico que ocasionó el fallecimiento de 158 personas, la pérdida de animales de interés económico como aves; se introdujo en los cerdos la enfermedad nombrada Newcastle, y la peste porcina africana, que ocasionó grandes pérdidas económicas y el sacrificio de 500 000 cerdos. Otras enfermedades introduci-

das son: la seudodermatosis nodular bovina, que provoca daños en la piel; la enfermedad nombrada Mamilitis ulcerativa en la ganadería vacuna; la enfermedad hemorrágica viral del conejo, con el propósito de afectar el uso de estos en investigaciones científicas con fines médicos, y la varroasis o enfermedad de las abejas; así como también el *Thrips palmi*, insecto que afectó considerablemente producciones de cultivos varios en el país. Todos estos ataques han tenido la intención de debilitar la economía cubana y la salud de su población.

Procedimientos para la protección del hombre en caso de agresión armada

En la sociedad, el hombre es el elemento fundamental para la realización de cualquier actividad, es por ello que una de las principales misiones del sistema de la Defensa Civil en Cuba es la protección de la población en caso de agresión armada. Desde el triunfo revolucionario nuestro país se ha visto amenazado por Estados Unidos, lo que ha llevado al Estado a invertir cuantiosos recursos para garantizar su protección ante agresiones militares, como ante cualquier otro tipo de catástrofe, para la que se han establecido procedimientos como los siguientes:

1. La construcción de obras protectoras, túneles o adaptación de locales y otras para garantizar la protección de una mayor cantidad de personas, y de esa forma disminuir la pérdida de vidas humanas en pueblos, ciudades. En los lugares donde no existan obras apropiadas, se estudian aquellas edificaciones, como obras de fábricas y accidentes de terrenos (cuevas) que brinden protección y garanticen su ocupación en el tiempo requerido. Los ciudadanos deben conocer dónde está su obra protectora y cómo llegar a ella (a pie o en medios de transporte). Se debe tener en cuenta la población que se encuentra en lugares peligrosos, considerando su edad y sexo, así como también sus condiciones físicas y mentales.
2. El entrenamiento de las personas desde sus zonas de defensa, que le permita estar preparadas física y psicológicamente.
3. Conocer el aviso oportuno sobre amenaza de ataques y otras situaciones de peligro.
4. El desarrollo de la evacuación de la población y desconcentración de los trabajadores y el aseguramiento de la población con medios individuales de protección.
5. El adiestramiento de la población en sus acciones y normas de conducta a cumplir, así como la observación y el control de la contaminación química, radiactiva y biológica.

El cumplimiento de las medidas de la Defensa Civil debe ser incluido dentro de la Defensa Territorial, que es la expresión concreta de la Guerra de Todo el Pueblo, para garantizar la protección de la población en general.

TAREAS DE APRENDIZAJE

1. La industria bélica, las guerras químicas y biológicas son nocivas para todos los organismos vivos del planeta Tierra. Argumente la afirmación.

- 2. Consulte en la biblioteca de la escuela los daños causados a Cuba por agresiones biológicas, y realice un resumen de ellos para exponerlo en clase.
- 3. Investigue en su comunidad, con el delegado de la circunscripción, cómo está organizado el sistema de la Defensa Civil para el caso de una agresión armada u otro tipo de catástrofe.

Características e importancia del transporte y las comunicaciones

El transporte y las comunicaciones han evolucionado a la par del desarrollo científico-técnico, y constituyen elementos muy importantes en el proceso de producción material. El transporte es decisivo para el desplazamiento de personas y mercancías, y está interrelacionado con la industria y la actividad agropecuaria; además, establece el nexo entre productores y consumidores. Es imprescindible contar con las infraestructuras necesarias y la modernización constante de los medios de transporte adecuándose a las exigencias del intercambio comercial.

Los países desarrollados disponen de cantidad y variedad de medios de transporte con alta tecnología, mientras que en los países subdesarrollados estos medios son de tecnología atrasada y las redes de comunicación no responden a las exigencias del desarrollo actual.

Las comunicaciones influyen en el desarrollo de la eficiencia económica de las demás ramas de la economía y permiten una rápida interrelación entre los hombres.

Existen diferentes medios de transporte, los cuales se agrupan, según la vía utilizada, en: terrestres, acuáticos, aéreos, y por tuberías (tabla 10.2). En el uso de los medios de transporte intervienen las condiciones naturales, que influyen en el tipo de transporte que se utiliza, de acuerdo con dichas condiciones se utilizan en correspondencia con el grado de desarrollo de los países. En el futuro se deberá tener en cuenta la fabricación de vehículos seguros y menos contaminantes, el uso de la energía renovable, mayor planificación del tráfico, así como el control más eficiente del tráfico marítimo y aéreo con sistemas sofisticados por medio de satélites de comunicación y ordenadores.

Tabla 10.2 **Características de los diferentes tipos de transporte**

Tipo de transporte	Vía que utiliza	Objetivo
Terrestre: ferroviario, automotor	Línea férrea, carreteras y caminos	Carga y pasajeros
Acuático: marítimo, fluvial y lacustre	Océanos y mares, ríos, lagos y canales	Carga y pasajeros
Aéreo	Aire	Carga y pasajeros
Otros tipos: tuberías, funicular y telesilla	Tubos, cable y aire	Carga (líquida, gases) y pasajeros

Diferentes tipos de transporte: acuático, aéreo, por tuberías, entre otros. Distribución geográfica

Transporte terrestre

Las condiciones naturales como: el relieve, el suelo, y la hidrografía, ejercen mayor influencia en este tipo de transporte. Se encuentra desigualmente distribuido en el mundo, las mayores concentraciones coinciden con las regiones industrializadas. Así, las regiones con mayor densidad en las líneas de transporte se encuentran en Europa y Estados Unidos; sin embargo, otras regiones de América del Sur y África tienen pocas líneas de transporte.

Transporte ferroviario

Surge con la aparición de la máquina de vapor. Su extensión es variable y se encuentra en determinadas regiones, como: la Unión Europea posee la tercera red ferroviaria del mundo; Rusia y Europa oriental tienen una red muy densa de forma radial que pone en contacto los grandes centros urbanos e industriales; Estados Unidos - Canadá, cuenta con subredes ferroviarias transcontinentales, que unen la costa pacífica con la atlántica y se complementa con redes que enlazan el norte con el sur; Japón posee la más moderna red del mundo, por lo que constituye un ejemplo en la aplicación de técnicas modernas (metros, monocarriles y trenes de alta velocidad).

En Cuba, el ferrocarril siempre estuvo vinculado al desarrollo de la industria azucarera en el siglo XVIII; desde entonces hasta la fecha este transporte ha evolucionado y hoy en día se han comprado nuevos equipos; se sustituyeron puentes de madera y traviesas por los de hormigón; se introducen nuevas máquinas locomotoras y coches con más confort, no obstante, aún no satisfacen todas las exigencias requeridas para el traslado de pasajeros.

Este tipo de transporte se destaca por ser el de mayor volumen de carga a transportar a menor costo, menor consumo de energía por unidades transportadas, y causar escasa contaminación, además de que propicia el descongestionamiento del tráfico terrestre y origina menos ruido que otros medios de transporte.

Transporte automotor

Requiere de menos inversiones iniciales para su explotación; en los últimos años los países subdesarrollados han incrementado este tipo de transporte y han desplazado a un segundo plano al ferrocarril. Existe un marcado contraste a nivel mundial: los países desarrollados poseen carreteras en buen estado y un número elevado de autopistas y autovías, gran circulación de automóviles y una densa red; en los subdesarrollados la situación es diferente en este sentido.

En el mundo se han construido carreteras que unen puntos muy alejados, por ejemplo: la Transamazónica, la Panamericana y la Transiberiana, entre otras. El transporte es el mayor consumidor de combustible y gran contaminante del medio ambiente por la expulsión de gases tóxicos a la atmósfera; por ello muchas ciudades han comenzado a utilizar otros medios de transporte terrestre para el traslado de pasajeros, como el tranvía y los trolebuses. Se realizan investigaciones para emplear otras fuentes de energía

que no contribuyan a la contaminación. El automóvil es el medio más difundido en el transporte automotor; sobrepasa el 50 % a nivel mundial, ocasionando grandes embotellamientos en importantes áreas urbanas en muchos países.

En Cuba, el transporte automotor ha experimentado notables cambios después del triunfo de la Revolución, antes estaba fundamentalmente en manos de compañías y propietarios privados; el transporte público era deficitario; la mayoría de los viajes se realizaban en las zonas urbanas; el transporte rural casi no existía y las vías principales de comunicación eran la Carretera Central y la Vía Blanca. Con el triunfo de la Revolución se comienzan a ampliar las redes de comunicación hacia zonas intrincadas del país, con la creación de terraplenes, carreteras y caminos. En la década de los 80 se comienza a construir la Autopista Nacional, vía segura y rápida que tiene como propósito unir todas las provincias. El recrudecimiento del bloqueo durante los años 90 y el derrumbe del campo socialista frenaron la culminación de esta importante obra, sufriendo asimismo un deterioro este tipo de transporte, el cual se va recuperando de manera paulatina con la adquisición de nuevos ómnibus, fundamentalmente de la República Popular China.

Transporte marítimo

En este tipo de transporte inciden factores naturales, como la profundidad de los mares, el relieve submarino y las corrientes marinas. Está considerado el de mayor importancia dentro del transporte acuático, por ser el que más volumen de carga traslada y el intercambio de mercancías; existen buques que logran transportar cargas de 500 000 toneladas con una eslora de 25 m. En el desarrollo de las rutas marítimas son indispensables el establecimiento de puertos y canales. Los puertos deben poseer algunos requisitos para cumplir sus funciones, como son buena localización geográfica, disponibilidad técnica, equipamiento idóneo y adecuadas condiciones económicas.

El hombre, con el fin de acercar las distancias entre los países y disminuir el tiempo de travesía, construyó canales marítimos, ejemplos de ellos son: el canal de Suez, con una longitud de 168 km entre el mar Mediterráneo y el Océano Índico; el canal de Panamá, con 80 km de longitud entre el océano Atlántico y el Pacífico, y otros más.

La distribución geográfica del transporte marítimo está muy dispersa y en pocos países, como Liberia, Grecia, Japón, Panamá, Gran Bretaña, Noruega, Estados Unidos, Francia, etc., se concentra el volumen de la flota marítima. Este tipo de transporte consume gran cantidad de combustible, por lo que se han utilizado otras fuentes de energía como la nuclear, así como la reintroducción de las velas combinadas con motores.

El transporte marítimo en Cuba, creció durante el período de 1975-1989, en los últimos años se han tenido que arrendar algunos buques para garantizar las necesidades de transportación. Los principales puertos comerciales son: La Habana, Nuevitás, Matanzas y Mariel. Existen aproximadamente 20 puertos destinados al traslado de mercancías y productos (cítricos, mieles, pesca y carga de cabotaje, etcétera). Para el transporte de pasajeros se utilizan hidrodeslizadores (kometas y, actualmente katamaranes) que efectúan viajes desde el Surgidero de Batabanó a la Isla de la Juventud. Otros tipos de este

transporte son los *aerodeslizadores* (vehículo que se desplaza sobre la superficie del agua, o de la tierra, mediante un sistema llamado colchón de aire) y los buques articulados, que posibilitan la reparación, así como la carga.

Transporte fluvial

Se desarrolla en ríos y canales de mucho caudal, con alimentación regular y carentes de saltos y cascadas. La localización de este tipo de transporte depende de las condiciones anteriores. Es un problema la lentitud con que se produce el transporte de las mercancías, se utiliza para trasladar carbón, petróleo, madera, cemento, acero, y otros minerales; además, también se emplea con fines turísticos, ejemplo en los ríos Mississippi, Danubio, y Rhin. En muchos continentes la navegación fluvial abarca extensas áreas y comunica gran parte de sus territorios a través de canales, como es el caso de los que unen los Grandes Lagos con el Mississippi.

Transporte aéreo

Es el medio de transporte que se ha desarrollado más rápido en los últimos años. Las condiciones meteorológicas son las que ejercen mayor influencia sobre él; es el más rápido de todos los tipos de transporte existentes hasta el momento, razón por la cual tiene supremacía sobre el transporte marítimo en el desplazamiento de pasajeros. Las altas velocidades alcanzadas por los aviones permiten aumentar la variedad de productos a trasladar en el menor tiempo posible para su conservación; por ejemplo: flores frescas, langostas vivas, etcétera.

El mayor auge de este tipo de transporte existe en los países desarrollados, aunque todos tienen al menos un aeropuerto internacional. Cuba cuenta con modernos aeropuertos internacionales, que prestan servicios ágiles y seguros a los pasajeros, con una infraestructura que permite atender varios vuelos al mismo tiempo, como es el aeropuerto de La Habana; los aeropuertos en las capitales de provincias también brindan servicio nacional e internacional y aumentan el número de pasajeros por año. La flota aérea cubana está integrada por aviones de diversos tipos, y aumenta cada vez más la cantidad de pasajeros cubanos y extranjeros que transporta.

En el mapa "Cuba Económico General" se puede observar los principales aeropuertos ubicados en el territorio nacional. La aviación y la actividad aeroportuaria tienen como objetivo prioritario asegurar el turismo, por lo que se acometen tareas tales como: la ampliación y modernización de las terminales aéreas, el desarrollo de planes rectores de los aeropuertos vinculados con los polos turísticos, el estudio y desarrollo de los sistemas de comunicación, radio-localización, radioayuda y meteorológicos del país, con la finalidad de perfeccionar y elevar la calidad de los servicios.

El desarrollo de este medio de transporte a nivel mundial está dirigido a la construcción de naves de despegue vertical, aumento de tamaño y eficiencia de los aviones, así como el incremento de naves supersónicas, entre otras. La infraestructura de los aeropuertos es muy compleja; necesita de una red de comunicaciones con los grandes centros urbanos de forma rápida, servicios meteorológicos, terminales para pasajeros y carga, etcétera.

Las principales rutas aéreas son: la zona templada del hemisferio norte (América del Norte, Europa y Japón), Europa Occidental (Alemania, y Palma de Mallorca), Europa - Japón; Europa, América del Sur; América del Norte - Europa - África, Asia - Australia - Nueva Zelanda.

Transporte por tuberías

Es el más reciente y el único que se dedica exclusivamente a transportar carga. Las condiciones naturales ejercen poca influencia, se puede construir en condiciones de relieve y de clima muy diversos. Se utiliza para transportar volúmenes estables de distintos productos, fundamentalmente petróleo y gas. Su principal desventaja es que solo traslada hacia una dirección. En el año 2000, en Cuba se inauguró una importante red de transporte por tuberías, el gasoducto ENERGAS, en la provincia de Matanzas.

La red más densa y articulada de este tipo de transporte se encuentra en Estados Unidos con 245 000 km de oleoductos y más de 400 000 km de gasoductos. Rusia es el centro de una compleja red que tiene ramales para Europa oriental. Europa posee una red en forma radial, cuyos centros vitales están en Alemania. Otros oleoductos de interés se hallan en Canadá, Arabia Saudita - Líbano y España. Este medio tiene amplias perspectivas, entre las que se encuentran las investigaciones para aumentar el número de productos que se trasladarán por las tuberías.

El transporte: Sus efectos en el medio ambiente

De los medios de la producción material, el transporte es el que más incide en los problemas medioambientales que sufre el planeta, y de ellos el transporte terrestre.

En el mundo actual las emisiones del transporte ascienden a 1 300 millones de toneladas de dióxido de carbono (17 % de las emisiones antropogénicas o causadas por el hombre), 120 millones de toneladas de monóxido de carbono (60 % de las emisiones), 35 millones de óxidos de nitrógeno (42 % del total), 25 millones de hidrocarburos (40 %), 9 millones de partículas (13 %) y tres millones y medio de toneladas de óxidos de azufre (3 %). Ello incrementa notablemente las emisiones de gases de efecto invernadero, acelerando el cambio climático y la destrucción de la capa de ozono, a causa de la utilización de clorofluorocarbonos (CFCs) en las espumas de los asientos y en los sistemas de acondicionamiento de aire del parque actual o sus sustitutos, lo cual daña la salud de las personas (diariamente nuestros pulmones filtran 15 kilos de aire). Existen ciudades como México, Bogotá, Atenas, Roma, Los Ángeles, Sao Paulo, Nueva Delhi, Londres, Madrid y otras, que año tras año sufren la contaminación atmosférica a causa del tráfico de automóviles, autobuses, furgonetas, camiones y motocicletas.

Las infraestructuras del transporte tienen una repercusión irreversible en la ocupación del suelo, en el paisaje y en la fragmentación de hábitat de los diferentes organismos vivos. Los modos más eficientes de transporte, significarían una reducción del consumo de energía, de la contaminación atmosférica, del ruido y menor ocupación de espacio, etcétera. El tranvía es el transporte automotor que no contamina y sin lugar a dudas el transporte público ideal.

El transporte acuático, cuando se produce el derramamiento de petróleo u otras sustancias contaminantes, ocasiona graves problemas en las aguas de los ríos, mares y océanos, afectando la flora y la fauna del lugar donde se produjo y en las regiones por donde se extiende. El transporte ferroviario es el menos contaminante y el que origina menos ruido.

Las comunicaciones. Tipos de comunicaciones

El correo es uno de los medios de comunicación más antiguos, en el que desempeñan un papel importante los medios de transporte mediante los cuales se traslada la correspondencia. En Cuba se estableció desde 1756, durante la etapa colonial, estuvo limitado a una red carente de medios técnicos y solo atendía servicios de correos y telégrafos. El resto de las actividades se encontraban explotadas fundamentalmente en interés del capital extranjero.

Con el triunfo revolucionario se prestó atención a este servicio, llegando a crearse el cartero rural y los centros provinciales de clasificación en la década de los 80. La correspondencia ordinaria, alcanzó un volumen de 85,7 millones en 1982.

En el siglo XIX se revolucionaron los medios de comunicación, con la introducción del telégrafo, el *cable coaxial*, constituido por conductores cilíndricos y concéntricos separado por un material aislante. Este tipo de cable se emplea para transmitir programas de televisión y centenares de conversaciones telefónicas simultáneamente. En la actualidad, estos medios se han perfeccionado y permiten una rápida y mejor comunicación entre los hombres.

En Cuba los servicios telefónicos se extienden a lugares distantes, se amplía el sistema de teleselección automática para llamadas nacionales, y se han incrementado las comunicaciones internacionales. Un papel destacado lo tiene la Empresa de Telecomunicaciones Internacionales de Cuba, S.A. (ETECSA), con nuevas líneas, instalación de la red digital de larga distancia de microonda y fibra óptica; enlaces internacionales por satélites, la instalación de cables submarinos de fibra óptica, y la sustitución y ampliación de aparatos telefónicos, teléfonos públicos y centrales privadas.

La era espacial se inició el 4 de octubre de 1957, por la antigua URSS, que puso en órbita el primer satélite artificial en torno a la Tierra: Sputnik 1; desde entonces, países como Estados Unidos, Canadá, Francia, Italia, Alemania, Argentina, entre otros, han lanzado aproximadamente cuatro mil satélites artificiales con diferentes propósitos: militares, científicos, educacionales, para el control oceánico, etcétera. El satélite como vía de comunicación posibilita la emisión y recepción de programas de radio y televisión, el desarrollo de la telefonía y el teletipo.

La informática

Las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) son aquellas herramientas computacionales e informáticas que procesan, almacenan, sintetizan, recuperan y presentan información de las más variadas formas.

Las TIC desataron una explosión de formas de comunicarse sin precedentes al comienzo de los años 90. Ellas son de carácter innovador y creativo, dan acceso a nuevas formas de comunicación, se relacionan con mayor frecuencia con el uso de la Internet y la Informática. Constituyen medios de comunicación y adquisición de información de toda variedad, a las cuales las personas pueden acceder por sus propios medios. Sus ventajas están dadas por las relaciones existentes entre el incremento de la producción y la difusión de las nuevas tecnologías y las posibilidades que las empresas tienen de acceder a ellas y utilizarlas, brindar beneficios y adelantos a la salud y a la educación, así como permitir el aprendizaje interactivo y la educación a distancia, dando acceso a las personas al conocimiento e información.

Sus desventajas están dadas por el hecho de no estar distribuidas de manera equitativa; junto con el crecimiento de la Internet ha surgido un nuevo tipo de pobreza: la que separa a los países en desarrollo de la información, dividiendo a los estudiantes de los analfabetos, los ricos de los pobres, los jóvenes de los viejos, los habitantes urbanos de los rurales. Otra de las desventajas en la utilización de las TIC es la falta de privacidad, aislamiento, fraude, merma de los puestos de trabajo, entre otras.

TAREAS DE APRENDIZAJE

1. Ejemplifique la importancia del transporte y las comunicaciones en el proceso de producción material.
2. Localice en el mapa de Las Américas las ciudades de Caracas, La Paz, Buenos Aires, y Lima. Identifique de qué países son. Determine el tipo de transporte que utilizaría para comunicar estas ciudades y argumente su selección.
3. ¿Por qué se puede afirmar que el automotor es el medio de transporte que más incide en la contaminación del medioambiente y en la salud del hombre?
4. En el desarrollo de las comunicaciones se han aplicado los avances de la ciencia y la técnica. Argumente dicha afirmación.
5. Exprese, a través de un resumen, los beneficios que le han reportado para sus conocimientos las TIC instaladas en su escuela.

10.3 Las relaciones económicas y los procesos de integración en América Latina: MERCOSUR, AEC, y el ALBA, como alternativas para los pueblos de la región

El desarrollo de la Revolución Científico-Técnica y de la División Internacional del Trabajo ha traído un incremento de las relaciones económicas internacionales. Las relaciones comerciales comprenden: las relaciones monetario-financieras, las relaciones de colaboración económica y científico-técnica, y las de integración económica.

Desde la comunidad primitiva han surgido las relaciones comerciales con la aparición del excedente de producción. En sus inicios fue el simple trueque de un producto por otro, pero con el tiempo ha llegado a convertirse en una actividad económica muy importante.

Cuando el comercio se realiza dentro de un país se denomina *comercio interior*, y cuando traspasa sus fronteras y lo vincula a otros países se le conoce como *comercio exterior*. La venta de productos a otro país se llama *exportación*, mientras que importación es la compra de productos de otro país. La relación existente entre el valor de las exportaciones y las importaciones se conoce con el nombre de *balanza comercial*; esta puede ser positiva o negativa.

El comercio establece relaciones con todas las actividades productivas. Actualmente las relaciones comerciales, tanto internas como externas, han alcanzado un extraordinario desarrollo y complejidad, a lo que ha contribuido el progreso científico-técnico en las actividades productivas, de servicios y los adelantos de los medios de transporte y comunicación.

Entre las actividades comerciales de más auge en los últimos años se encuentra el turismo, que aporta elevados ingresos; anualmente la tendencia es elevar el número de turistas y las ganancias. Este crecimiento no es armónico, pues se concentra en los países desarrollados; por ejemplo: Estados Unidos, Francia, Italia y España son los de mayor ingreso por concepto turismo. Muchos países subdesarrollados poseen condiciones naturales propicias para su incremento, pero sus desfavorables condiciones económico-sociales hacen que no lleguen al nivel de los desarrollados.

Cuba brinda atención al turismo, el cual está encaminado a ser uno de los renglones económicos más importantes, por constituir una fuente de ingreso de divisas. El número de turistas ha ascendido considerablemente. El aporte económico de la producción industrial y agropecuaria radica en la comercialización de sus productos, mientras que las ganancias obtenidas por el turismo se relacionan principalmente por el aporte monetario que dejan los turistas en el país.

El comercio mundial se sustenta en los principios de la división internacional del trabajo, provocando diferencias entre los países desarrollados y los subdesarrollados. El intercambio injusto que ha prevalecido durante muchos años es la causa de las diferencias económicas y sociales entre los países.

Los tres ejes económicos existentes en el mundo actual son: Estados Unidos y Canadá, los países de la Unión Europea, y Japón. Los países subdesarrollados, donde sus producciones industriales se concentran en industrias de tecnologías muy simples como la textil, la del calzado y otras, son afectados en sus economías; esto origina que sean reducidos los países subdesarrollados que tienen un desarrollo industrial diversificado, entre los que se encuentran: Singapur, India, Argentina, Brasil, México, y otros. Entre los subdesarrollados se deben diferenciar los países productores de petróleo, único producto cuyo precio se mantiene alto.

Hay incremento en el comercio de los servicios informáticos de tecnología avanzada, que se concentran en las naciones industrializadas que son exportadoras de estos servicios: la informática, la computación, la electrónica, la robótica.

Los países imperialistas violan los principios y normas que rigen las relaciones comerciales internacionales, utilizando sanciones comerciales como represalias a las posiciones independentistas de los pueblos. Tales restricciones han sido aplicadas por Estados Unidos a países como Japón, Libia, Sudán y otros. Hoy, Cuba es el único país bloqueado del mundo, bloqueo de mayor duración, desde su implementación en 1962 por los Estados Unidos, endurecido por las Leyes Torricelli, y Helms-Burton, en 1992 y 1995. En este Tercer Milenio, Cuba es el único país del mundo donde las compañías norteamericanas no pueden vender alimentos y mercancías, donde los ciudadanos norteamericanos no pueden viajar libremente y donde Estados Unidos persigue la inversión extranjera.

Procesos de integración económica en América Latina. MERCOSUR, AEC, y el ALBA como alternativas para los pueblos de la región

Las relaciones de integración económica se desarrollan entre los países que poseen un mismo nivel de desarrollo, o entre países con desigual desarrollo que se unifican atendiendo a intereses comunes, los que contraen deberes y derechos relacionados con la integración.

En América Latina existen integraciones económicas que deben crear las bases de una verdadera integración latinoamericana y caribeña única, para actuar como un gran bloque regional capaz de enfrentar el desafío de los grandes bloques que conforman los países industrializados, y emprender la modernización industrial y agrícola en Latinoamérica y el Caribe, para competir en el mercado mundial dominado por los tres ejes económicos ya citados.

Organizaciones de integración de América Latina y el Caribe

Mercado Común del Sur (MERCOSUR)

Se fundó el 26 de marzo de 1991 mediante la suscripción del Tratado de Asunción por Argentina, Brasil, Paraguay, Uruguay y Chile, como miembro asociado, incorporándose después Venezuela. Constituye el proyecto internacional más relevante en que se encuentran comprometidos esos países. El objetivo primordial es la integración de los estados, a través de la libre circulación de bienes, servicios y factores productivos; el establecimiento de un arancel externo común, y la adopción de una política comercial común, para lograr el fortalecimiento del proceso de integración.

Asociación de Estados del Caribe (AEC)

Fue constituida en 1994 en Cartagena de Indias con el propósito de promover la consulta, la cooperación y la acción concertada entre todos los países del Caribe. Está integrada por Antigua y Barbuda, Bahamas, Barbados, Colombia, Costa Rica, Dominica, República Dominicana, El Salvador, Granada, Guatemala, Guyana, Haití, Honduras, Jamaica, México, Nicaragua, Panamá, San Cristóbal, Santa Lucía, San Vicente y las Granadinas, Suriname, Trinidad y Tobago, Venezuela, Anguila, Islas Vírgenes Británicas, Islas

Caimán, Montserrat, Islas Turcas y Caicos, Antillas Holandesas, Aruba, Guadalupe, Martinica, Guayana Francesa y Bermuda, y tres miembros asociados. Sus objetivos tienen su base en el fortalecimiento de la cooperación regional y del proceso de integración, con el propósito de crear un espacio económico ampliado en la región; preservar la integridad medioambiental del Mar Caribe, considerado como patrimonio común de los pueblos de la región; y promover el desarrollo sostenible del Gran Caribe. Sus áreas focales son en la actualidad el comercio, el transporte, el turismo sustentable y los desastres naturales.

El junio 30 de 1995 en Denver, Colorado, Estados Unidos, se efectúa la primera Reunión Ministerial sobre Comercio, donde se acordó un programa de trabajo para preparar el inicio de las negociaciones sobre el Área de Libre Comercio de las Américas (ALCA), en la que se eliminarían progresivamente las barreras al comercio y la inversión. Las negociaciones concluirían a más tardar en el año 2005; su objetivo final era lograr un área de libre comercio e integración regional, que fomentara con la mayor eficacia el crecimiento económico, la reducción de la pobreza, el desarrollo y la integración a través de la liberalización del comercio. Constituía un proyecto impuesto por Estados Unidos que profundizaría las desigualdades de América Latina y el Caribe. El ALCA solo ofrecía garantías absolutas al gran capital, fundamentalmente al norteamericano; no tenía en cuenta la disparidad entre las naciones y significaba un retroceso; era un proyecto anexionista, con pretensiones de apoderarse de los recursos naturales y convertir a las masas en mano de obra barata. Su aplicación solo beneficiaría a una minoría. Era un instrumento de intercambio comercial muy poco transparente en su organización y creación; constituía una invención más del neoliberalismo y en ningún caso una alternativa de progreso para los pueblos latinoamericanos; era un convenio más que solo serviría a la hegemonía estadounidense. El 11 de abril del 2005, el mandatario de Venezuela Hugo Chávez, proclamó en la Cumbre de los Pueblos, en el Estadio Mundialista de Mar del Plata, Argentina, que el Área de Libre Comercio de las Américas (ALCA) era un proyecto "derrotado", modelo económico impuesto por el imperialismo capitalista.

Asociación de Libre Comercio para las Américas (ALBA)

Se constituyó en La Habana, el 14 de diciembre del 2004, por los presidentes de Cuba y Venezuela. La integran: Venezuela, Dominica, Bolivia, Nicaragua, Honduras y Cuba, los estados caribeños de Antigua, Barbuda, San Vicente y Las Granadinas, Ecuador y Paraguay en su condición de observadores. Su propósito es alcanzar un desarrollo endógeno nacional y regional que erradique la pobreza, corrija las desigualdades sociales y asegure una creciente calidad de vida para los países que la integran, mediante la creación de ventajas cooperativas entre las naciones que permitan compensar las asimetrías existentes en Centroamérica, Suramérica y la América insular. Es un plan de cooperación entre los países, es un proceso de desarrollo sostenible con justicia social, en el cual se apoyan aportando cada uno sus capacidades y potencialidades, y a la vez recibiendo de los otros el apoyo en lo que son más débiles. Se trata de ayudar a los países más débiles a superar las desventajas que los separan de los países más poderosos del hemisferio. Y esto no solo depende de los cambios en las condiciones de competencias imperantes, sino también de la solidaridad

entre los pueblos del continente y sus gobiernos, a la hora de corregir estas asimetrías. Solo así un área de libre comercio podrá ser una oportunidad para todos: una alianza ganar-ganar.

TAREAS DE APRENDIZAJE

1. Explique la importancia que tiene el comercio en la economía de un país.
2. ¿Por qué podemos afirmar que el ALBA es la alternativa más viable para los pueblos de América Latina y el Caribe?

CONCLUSIONES

De esta manera, concluye el estudio de Ciencias Naturales en secundaria básica. Durante tres cursos se ha aprendido nuevos contenidos y ampliado y consolidado otros que se comenzaron a estudiar en la primaria, en las asignaturas El Mundo en que Vivimos, de primero a cuarto grados, y Ciencias Naturales, en quinto y sexto.

En la presentación de este libro se apuntó una cita de nuestro Héroe Nacional, José Martí, relacionada con la importancia de la ciencia y la naturaleza, lo motivante y necesario que es su estudio, lo que sin dudas se aprecia a través del estudio de los distintos capítulos. Lo aprendido deberá conducir a asumir una actitud de utilización racional de los recursos de la naturaleza y el medio ambiente, en función de una calidad de vida superior en lo individual y colectivo, sin poner en riesgo la existencia de los componentes vivos y no vivos que en ellos se encuentran. De esta manera se favorece la continuidad de las futuras generaciones desde una actitud de desarrollo sostenible.

Esperamos que el estudio de la asignatura en el nivel, y en este grado en particular, haya podido despertar el interés por la naturaleza, desentrañar algunos de sus secretos, descubrir, interpretar y explicar las relaciones más generales que se establecen entre sus componentes tanto vivos como no vivos.

En el libro se formularon preguntas que orientaban hacia dónde dirigir el estudio de los contenidos que en él se presentan. Seguramente se logró la respuesta a dichas interrogantes y a otras que posiblemente se hacen desde edades más tempranas. Las respuestas dadas a las preguntas y a las tareas de aprendizaje que aparecen al final de cada epígrafe deben haber contribuido a que los conocimientos se hayan ampliado y consolidado, de manera que se pueda explicar con argumentos más sólidos, hechos, fenómenos y procesos de la vida cotidiana.

Las explicaciones realizadas de los hechos, fenómenos y procesos de la vida, a partir de los conocimientos aprendidos durante el estudio de las sustancias (sales, hidróxidos e hidrácidos), la electricidad, el magnetismo, la luz y los dispositivos ópticos, la Ley Periódica, analizados a la luz de su manifestación en la materia viva y no viva, permitieron entender mejor, a partir de su integración en el organismo humano, los complejos y necesarios procesos y funciones que ocurren en su interior y que garantizan su relación con el medio.

Durante el estudio de los contenidos que aparecen en este libro, en la búsqueda de respuestas a las tareas de aprendizaje, en la ejecución de las actividades prácticas concebidas y en el análisis y solución de las situaciones problemáticas planteadas por el profesor o profesora, fue necesario mantener una participación protagónica tanto en el trabajo individual como en el cooperado

con los compañeros de aula, desde posiciones reflexivas en los debates y con la aplicación sistemática de los métodos propios del estudio de las ciencias naturales: la observación, el experimento, la excursión, entre otros.

Se han creado las condiciones para poder identificar y caracterizar los principales tipos de sustancias inorgánicas estudiados, a partir de: revelar la relación que en ellas se da entre su estructura, sus propiedades y sus aplicaciones; destacar la importancia y funciones de algunas sustancias orgánicas en el funcionamiento óptimo del organismo humano; caracterizar el organismo humano mediante el estudio de su integridad biológica y sobre esa base conocerse a sí mismo, asumir una actitud responsable ante la sexualidad y el cuidado de la salud y la del colectivo, actitud sustentada en los conocimientos de la reproducción humana y de las medidas y recomendaciones para el buen funcionamiento de los sistemas de órganos con la correspondiente identificación de sus funciones.

Seguramente, ahora se puede argumentar con criterios propios, sobre la base de los contenidos estudiados, la importancia de la electricidad en la vida de los seres vivos y en el desarrollo social; argumentar la importancia del magnetismo en la vida de los seres vivos, a partir del estudio del campo magnético de la Tierra, y valorar su función en el desarrollo de la ciencia, la tecnología y sus repercusiones en la sociedad; caracterizar la luz y valorar su importancia para la vida, ilustrando mediante ejemplos la relevancia de los dispositivos ópticos para la ciencia, la técnica y la sociedad en general.

De igual manera se está en condiciones de poder caracterizar ramas de la producción industrial, el transporte y las comunicaciones, enfatizando en la distribución, producción y comercialización; así como también valorar los principales problemas medioambientales que afectan la producción industrial, el transporte y las comunicaciones a escala planetaria, regional y en Cuba.

Los nuevos conocimientos adquiridos y las posibilidades de operar con ellos, descritas anteriormente, garantizan que se alcancen una preparación para formular y resolver problemas de la vida práctica relacionados con los fenómenos eléctricos, magnéticos y ópticos; las propiedades y el empleo de sustancias químicas, la salud, la sexualidad, el funcionamiento del organismo humano, y las relaciones hombre-ciencia-tecnología, lo cual constituye un objetivo esencial de la asignatura en el grado.

Todo lo anterior debe permitir que se asuma una actitud ante la vida y los fenómenos de la naturaleza que posibilite una adecuada relación con el medio que nos rodea, de manera responsable en nuestros actos, que seamos amantes de la ciencia, la técnica, la tecnología, y protagonistas en la protección del medio ambiente, contribuyendo a decidir la continuidad de estudios, y ser respetuosos en las relaciones interpersonales, lo que garantizará una vida plena y satisfactoria.

TAREAS DE APRENDIZAJE

1. Relacione en un resumen los contenidos del grado que le han permitido establecer una relación más adecuada con el medio donde vive.
2. Valore la importancia de los principales fenómenos estudiados para la vida del hombre.
3. Identifique un problema medioambiental en la comunidad donde reside, y diseñe, a partir de los conocimientos adquiridos en el grado, una forma adecuada para darle solución.