



Alberto Monnier Treviño
Elías Mora Velázquez
Germán Gutiérrez López

Química



Edición revisada

conect@entornos

Secundaria

Exploración y conocimiento del mundo natural y social

DIRECCIÓN DE CONTENIDOS Y SERVICIOS EDUCATIVOS

Elisa Bonilla Rius

GERENCIA DE PUBLICACIONES ESCOLARES

Felipe Ricardo Valdez González

AUTORES

Alberto Monnier Treviño, Germán Gutiérrez López, Elías Mora Velázquez

COORDINACIÓN EJECUTIVA DE CIENCIAS

Hilda Victoria Infante Cosío

EDICIÓN

Diana Tzilvia Segura Zamorano, César Germán Romero Solís

ASISTENTE DE EDICIÓN

Eimarmene del Carmen Morales Ferrero

REVISIÓN TÉCNICA

Juan Guillermo Romero Álvarez, Jorge Humberto García Ibarra

CORRECCIÓN

Juan Alberto Bolaños Burgos, Alejandrina González

DIRECCIÓN DE ARTE

Quetzatl León Calixto

DISEÑO DE PORTADA

Brenda López Romero, Segundo Pérez

DISEÑO DE LA SERIE

Brenda López Romero

COORDINACIÓN DE DIAGRAMACIÓN

Jesús Arana Trejo

DIAGRAMACIÓN

Félix Ramírez, Sergio Salto, Martha Ramos

COORDINACIÓN DE ICONOGRAFÍA E IMAGEN

Ricardo Tapia

ICONOGRAFÍA

Miguel Rodríguez

DIGITALIZACIÓN E IMAGEN

Carlos López

ILUSTRACIÓN

Hugo Miranda, Gonzalo Gómez, Félix Ramírez

PREPrensa Y ENLACE A PRODUCCIÓN

Lilia Alarcón Piña

PRODUCCIÓN

Leonardo Vargas, José Navarro, Vanessa Salinas

Ciencias III. Química. Secundaria.

Conect@ Entornos

Primera edición, 2014

Primera edición revisada, 2016

D. R. © SM de Ediciones, S. A. de C. V., 2012

Magdalena 211, Colonia del Valle,

03100, Ciudad de México

Tel.: (55) 1087 8400

www.ediciones-sm.com.mx

ISBN 978-607-24-1016-9

Miembro de la Cámara Nacional

de la Industria Editorial Mexicana

Registro número 2830

No está permitida la reproducción total o parcial de este libro ni su tratamiento informático ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, por fotocopia, por registro u otros métodos, sin el permiso previo y por escrito de los titulares del *copyright*.

Las marcas Ediciones SM® y Conect@ Entornos son propiedad de SM de Ediciones, S. A. de C. V.

Prohibida su reproducción total o parcial.

Impreso en México/Printed in Mexico

Ciencias III. Química. Secundaria.

Conect@ Entornos

Se terminó de imprimir en xxxxxx de 201x en

Xxxxxx, S. A. de C. V., XXXXXXXXXXXX, C. P. xxxxx,

XXXXXXXXXX

Presentación para el alumno

Querido estudiante, los autores de este libro te damos la más cordial bienvenida a tu curso de Ciencias III (Química), una asignatura que, estamos seguros, te enriquecerá con una amplia variedad de conocimientos fascinantes relacionados con esta rama de la ciencia.

A lo largo de este curso te darás cuenta de que la química es una ciencia presente en todo aquello que te rodea: en el papel del que está hecho este libro de texto, en la tinta de los bolígrafos que utilizas para escribir tus apuntes, en la ropa con la que te vistes y en el alimento que consumes durante el receso de tus clases, por ejemplo.

Con el estudio de las diferentes lecciones, actividades y propuestas del libro, poco a poco te adentrarás en el fabuloso mundo de la química, su historia y los avances tecnológicos que hoy facilitan muchas de nuestras actividades cotidianas. ¿Te imaginas cómo sería tu día sin materiales como la fibra de vidrio y los plásticos, o sin los conservadores o los pigmentos? ¡Sería absolutamente diferente! Y todo ello lo ha desarrollado la química.

Conforme avances en este curso, encontrarás descubrimientos asombrosos; te adentrarás en el mundo que está más allá de nuestros sentidos y verás que, si aprendes unas cuantas reglas básicas y las usas con cuidado, serás capaz de predecir la generación de nuevas sustancias o reconocer algunas de sus propiedades. Hacia el final, comprenderás mejor que todo lo que existe en el universo es producto de una serie de combinaciones de ciertos elementos, y que se puede modificar y dirigir la manera en la que éstos interactúan.

Este libro te ayudará a comprender algunas de las leyes que explican el comportamiento de los fenómenos químicos presentes en la naturaleza. Esto lo lograrás por medio de reflexiones, explicaciones sencillas y claras, y actividades experimentales atractivas, interesantes y divertidas en las que interactuarás con tus compañeros de clase.

Otro de los propósitos es que comprendas mejor la manera en que te relacionas con el mundo que habitamos y que valores las repercusiones que tiene en el medio ambiente hacer uso de los productos desarrollados por la química. ¿Has escuchado decir que éste es el siglo de la química?

Te proponemos diversas actividades para que reflexiones en torno a algunos de los problemas que causan el deterioro de nuestro planeta y de los organismos que lo habitan, incluyendo, desde luego, a los humanos. Asimismo, conocerás una serie de recomendaciones propuestas por la química para tratar de detener o revertir este deterioro.

Esperamos que el contenido de este libro de química te sea ameno e interesante, y que encuentres muchas respuestas a aquellas interrogantes que te surjan cuando quieras ampliar tus conocimientos. Nuestro deseo es que este libro se convierta en un verdadero aliado para tu aprendizaje, no sólo en tus clases de ciencia, sino también fuera del ámbito escolar en el que te desenvuelves.

La editorial y los autores

Presentación para el profesor

La sociedad en la que vivimos está envuelta en un complicado proceso de transformación que afecta las maneras de relacionarnos y aprender.

Una de las características de la sociedad actual es que la información está en todas partes y casi al alcance de cualquiera. Por otro lado, el conocimiento es uno de los principales valores de sus ciudadanos. Se hace, pues, necesario distinguir entre información y conocimiento.

El aprendizaje de las ciencias es considerado uno de los aspectos centrales de la educación básica por muchos países de vanguardia. Este carácter prioritario tiene una importancia creciente, fundado en la certeza de que pocas experiencias son tan estimulantes para el desarrollo de las capacidades intelectuales y afectivas de los adolescentes como el contacto con el mundo natural.

En la secundaria se pretende que los estudiantes continúen desarrollando las competencias (conocimientos, habilidades, actitudes y valores) que caracterizan a las ciencias. Nos referimos a la lectura analítica, el planteamiento de preguntas pertinentes, la observación con precisión creciente, el diálogo y el intercambio de ideas para comparar, enriquecer, sistematizar, analizar e interpretar los hechos. Su práctica constante propiciará la formulación de explicaciones congruentes y activará la toma de decisiones responsables e informadas a favor de su salud y el ambiente.

Este curso de Ciencias III tiene el propósito de consolidar en los alumnos la visión científica del mundo, de manera que sean capaces de explicar los procesos químicos que los rodean. El reto no es sencillo, ya que requiere aproximaciones que van de lo macroscópico y perceptible a lo microscópico y abstracto, con el fin de representar la estructura interna de los materiales que cotidianamente emplean.

El aprendizaje de las ciencias, con énfasis en la química, precisa que los alumnos reconozcan lo que saben y lo hagan explícito, lo usen para pensar y comprueben con fuentes fidedignas su veracidad, y que comuniquen a otros sus avances, dudas y aprendizajes. Son tres momentos de construcción del conocimiento científico.

Para ayudarlo en la tarea, las lecciones que integran este material se organizan en secuencias didácticas y en tres momentos didácticos:

- “Comenzamos” a partir de una situación problemática que favorece la recuperación y el reconocimiento de lo que saben;
- “Aprendemos” incluye el contenido científico acompañado de sugerencias para promover la comprensión lectora, siempre después de la reflexión acerca del tema;
- “Integramos” es el espacio para contrastar lo establecido en la primera sección con la comprensión alcanzada en la segunda, fundamental para evaluar el aprendizaje.

Es claro que no todos los alumnos aprenden lo mismo al mismo tiempo ni de la misma manera. Por ello, el libro incluye diversas actividades y cápsulas, cuyo propósito central es que el conocimiento alcanzado por los estudiantes sea significativo y aplicable en la vida diaria. Secciones como “Desarrolla tu pensamiento científico” —que promueve la curiosidad y favorece la capacidad de preguntar y emplear la evidencia científica— y “Aproximación al conocimiento científico” —que inspira la elaboración de explicaciones científicas— tienen este propósito. Asimismo, cápsulas como “Para saber más” o “Conectamos”—actividades de profundización del contenido estudiado, pensadas para alumnos que se interesan en el tema— o “Ya sabemos”—actividades de refuerzo para alumnos que requieren mayor ayuda—, conforman la propuesta de aprendizaje del libro.

Respaldar el logro de la competencia científica requiere transformar la manera en la que los alumnos explican ante el profesor lo que han aprendido. Ello implica también la transformación de la manera en la que el docente genera espacios para hacer evidente lo aprendido.

El libro le proporciona actividades de evaluación contextualizada, a la manera de las situaciones de evaluación PISA (siglas en inglés del Programa Internacional para la Evaluación de Estudiantes), donde los requerimientos se centran más en la comprensión de lo estudiado que en su recuerdo.

Es un instrumento de evaluación para monitorear el desarrollo del aprendizaje de las ciencias en su perspectiva más amplia.

Finalmente, el logro de la competencia científica requiere espacios para el trabajo crecientemente autónomo de los alumnos, donde apliquen los conocimientos alcanzados y resuelvan situaciones problemáticas cercanas. Se trata de consolidar el aprendizaje aprovechando sus intereses relativos a algunos fenómenos naturales y las características de los materiales, guiados por la mirada del docente que los impulse a aprender, a hacer y a aprender a ser. Para eso son los proyectos estudiantiles de fin de bloque.

En este libro encontrará, además, propuestas de acciones y temas modificables en función de su experiencia, conocimiento del grupo e intereses personales de los alumnos.

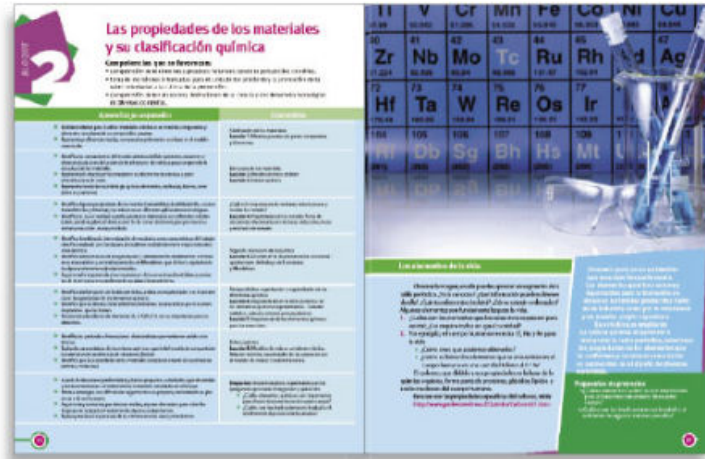
Esta obra le propone una manera clara y sencilla de impulsar el logro de los aprendizajes esperados y de la competencia científica. Encontrará todo lo anteriormente mencionado con la finalidad de ofrecerle una guía clara, flexible y dinámica del trabajo en el aula. El libro no compite con usted; es una herramienta que potencia su capacidad para guiar a los estudiantes durante este ciclo escolar.

Gracias por permitirnos ser sus compañeros en la aventura de promover la formación científica básica en los jóvenes de la secundaria.

Guía de uso

Entrada de bloque

Esta sección te indica el título de bloque. También incluye una situación problemática cercana a tus intereses, la cual resolverás mediante el análisis de imágenes y actividades que involucran diferentes habilidades del pensamiento.



Proyectos propuestos para este bloque

Te presentamos las propuestas de proyectos de integración y aplicación que hemos desarrollado para ti.

Organización de las lecciones

Título del tema

Título de la lección

Aprendizajes esperados

Comenzamos

Inicio de lección, con el que recuperarás los conocimientos previos que tienes acerca de los contenidos a estudiar.

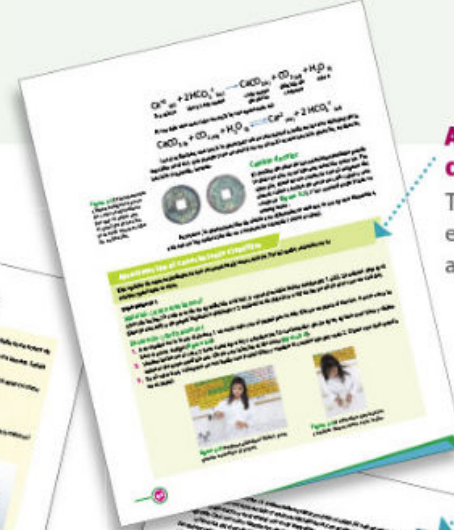
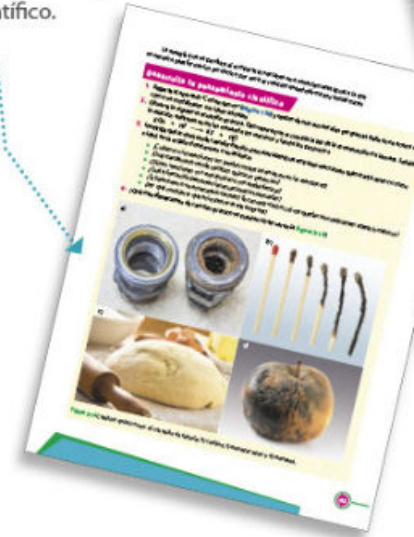
Aprendemos

Continuación de la lección, donde encontrarás nuevos contenidos y actividades para el logro de tus aprendizajes.



Actividades

En todas las lecciones hay ejercicios que te ayudarán a desarrollar tu pensamiento científico.



Aproximación al conocimiento científico

También hallarás actividades experimentales o de campo que te aproximarán al conocimiento científico.

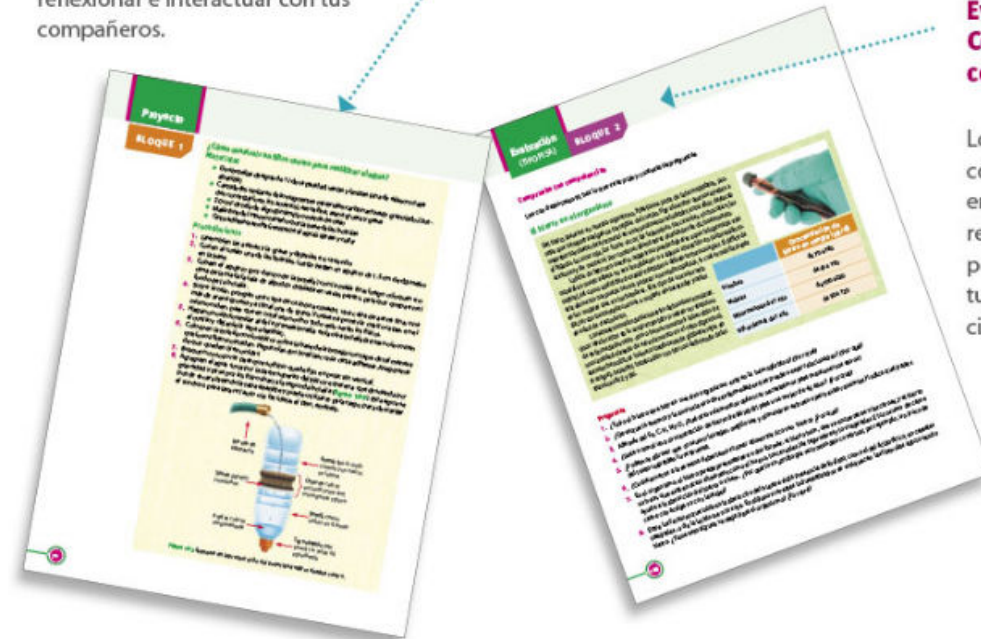
Cápsulas

Para acompañar tu aprendizaje, el libro contiene diferentes cápsulas que amplían la información del tema que estás estudiando: "Glosario", "Para saber más" y "conect@mos".



Al final de cada bloque encontrarás...

un "Proyecto" en el que aplicarás lo que estudiaste y en el que tendrás la oportunidad de reflexionar e interactuar con tus compañeros.



Evaluación. Comprueba tus competencias

Los bloques cierran con una doble página en la que, mediante reactivos tipo PISA, pondrás a prueba tus competencias científicas.

Ciencia paso a paso. Los proyectos en la asignatura Ciencias III		10
Bloque I. Las características de los materiales		14
La ciencia y la tecnología en el mundo actual	Lección 1. Relación de la química y la tecnología con el ser humano, la salud y el ambiente	16
Identificación de las propiedades físicas de los materiales	Lección 2. Propiedades cualitativas, extensivas e intensivas	23
Experimentación con mezclas	Lección 3. Mezclas homogéneas y heterogéneas	35
	Lección 4. Métodos de separación de mezclas con base en las propiedades físicas de sus componentes	44
¿Cómo saber si la muestra de una mezcla está más contaminada que otra?	Lección 5. Toma de decisiones relacionada con: Contaminación de una mezcla. Concentración y efectos	50
Primera revolución de la química	Lección 6. Aportaciones de Lavoisier: la Ley de conservación de la masa	58
Proyecto: Ahora tú explora, experimenta y actúa. Integración y aplicación		66
Evaluación tipo PISA		74
Bloque II. Las propiedades de los materiales y su clasificación química		76
Clasificación de los materiales	Lección 1. Mezclas y sustancias puras: compuestos y elementos	78
Estructura de los materiales	Lección 2. Modelo atómico de Bohr	86
	Lección 3. Enlace químico	96
¿Cuál es la importancia de rechazar, reducir, reusar y reciclar los metales?	Lección 4. Propiedades de los metales. Toma de decisiones relacionada con: rechazo, reducción, reúso y reciclado de metales	103
Segunda revolución de la química	Lección 5. El orden en la diversidad de las sustancias: aportaciones del trabajo de Cannizzaro y Mendeleiev	112
Tabla periódica: organización y regularidades de los elementos químicos	Lección 6. Regularidades en la tabla periódica de los elementos químicos representativos. Carácter metálico, valencia, número y masa atómica	122
	Lección 7. Importancia de los elementos químicos para los seres vivos	131
Enlace químico	Lección 8. Modelos de enlace: covalente e iónico. Relación entre las propiedades de las sustancias con el modelo de enlace: covalente e iónico	137
Proyectos Ahora tú explora, experimenta y actúa. Integración y aplicación		144
Evaluación tipo PISA		148

Bloque III. La transformación de los materiales: la reacción química		150
Identificación de cambios químicos y el lenguaje de la química	Lección 1. Manifestaciones y representación de reacciones químicas (ecuación química)	152
¿Qué me conviene comer?	Lección 2. La caloría como unidad de medida de la energía. Toma de decisiones relacionadas con: los alimentos y su aporte calórico	164
Tercera revolución de la química	Lección 3. Tras la pista de la estructura de los materiales: aportaciones de Lewis y Pauling. Uso de la tabla de electronegatividad	172
Comparación y representación de escalas de medida	Lección 4. Escalas y representación. Unidad de medida: mol	181
Proyecto: Ahora tú explora, experimenta y actúa. Integración y aplicación		191
Evaluación tipo PISA		196
Bloque IV. La formación de nuevos materiales		198
Importancia de los ácidos y las bases en la vida cotidiana y en la industria	Lección 1. Propiedades y representación de ácidos y bases	200
¿Por qué evitar el consumo frecuente de los "alimentos ácidos"?	Lección 2. Toma de decisiones relacionadas con: importancia de una dieta correcta	214
Importancia de las reacciones de óxido y de reducción	Lección 3. Características y representaciones de las reacciones redox. Número de oxidación	221
Proyecto: Ahora tú explora, experimenta y actúa. Integración y aplicación		234
Evaluación tipo PISA		240
Bloque V. Química y tecnología		242
Proyecto 1. ¿Cómo se sintetiza un material elástico?		244
Proyecto 2. ¿Qué aportaciones a la química se han generado en México?		248
Proyecto 3. ¿Cuáles son los beneficios y riesgos del uso de fertilizantes y plaguicidas?		252
Proyecto 4. ¿De qué están hechos los cosméticos y cómo se elaboran?		254
Proyecto 5. ¿Cuáles son las propiedades de algunos materiales que utilizaban las culturas mesoamericanas?		258
Proyecto 6. ¿Cuál es el uso de la química en diferentes expresiones artísticas?		261
Proyecto 7. ¿Puedo dejar de utilizar los derivados del petróleo y sustituirlos por otros compuestos?		263
Evaluación tipo PISA		266
Tabla periódica de los elementos		268
Bibliografía		269

Ciencia paso a paso

Como en tus cursos anteriores de Ciencias, ahora tendrás la oportunidad de involucrarte en un proyecto y participar en múltiples tareas escolares, en las que aplicarás tus conocimientos para resolver una o varias preguntas; para ello, será necesario que dediques tiempo de clase al trabajo individual o en equipo.

Las fases que componen un proyecto de investigación son



¿Qué es un proyecto?

Un proyecto es una serie de actividades planificadas y organizadas cuyo propósito es resolver una pregunta o situación problemática que sea interesante para ti y tus compañeros de equipo o de grupo y que, a su vez, esté relacionada con las lecciones que estudiaste en cada bloque.

Esto significa que el proyecto se construirá conforme avanza el bloque y favorecerá la integración de los conocimientos, habilidades, actitudes y valores tratados en él. El siguiente esquema brinda un panorama general de la importancia del trabajo por proyectos:



Los tipos de proyectos

En Ciencias III se promueven **tres tipos de proyectos**, los cuales se pueden desarrollar de manera independiente o combinando dos o los tres tipos. Lee a continuación sus características:

Investigaciones semejantes a las de los científicos para describir, explicar y predecir los fenómenos naturales; la observación, comparación y experimentación son muy importantes en este tipo de proyectos. Una investigación documental y experimental para conocer la manera como ha cambiado la temperatura del planeta es un ejemplo de este tipo de proyectos.	Investigaciones semejantes a las que hacen los tecnólogos para desarrollar o evaluar un bien, con el fin de diseñar, construir o evaluar un producto; la investigación, el diseño y la elaboración de un proceso o producto caracterizan a estos proyectos; por ejemplo, la construcción de un dispositivo que recicle el agua que se emplea en algunas labores del hogar.	Diseño de soluciones a problemas que afectan nuestra vida en sociedad, como ciudadanos activos, críticos y propositivos; investigar, elaborar propuestas y poner en marcha algunas estrategias son vías para solucionar problemas sociales. Interactuar con algunas personas de la localidad con el fin de solucionar un problema ambiental es ejemplo de este tipo de proyectos.
Científicos	Tecnológicos	Ciudadanos

¿Cómo se trabaja en un proyecto?

Como viste en la [página 10](#), un proyecto está dividido en etapas generales, las cuales describiremos a continuación para que te sea más sencillo organizarlo según tus intereses y recursos. La orientación de tu profesor será valiosa en todas las fases para que desarrolles tu proyecto de manera eficiente.

Fase 1



Decidir el tema del proyecto es muy importante, pues constituye la base del trabajo. En todos los bloques encontrarás opciones temáticas que estarán planteadas en forma de pregunta. Sin embargo, tú y el equipo con el que trabajes tendrán la posibilidad de plantearse otras interrogantes de su interés, de manera que siempre dispondrán de opciones.

Comunicar y discutir las propuestas con tolerancia y respeto les facilitará la selección de la pregunta o situación problemática del proyecto.

¿Qué es una bitácora?

Es un espacio en tu cuaderno que servirá como diario; ahí registrarás los comentarios, ideas, opiniones, observaciones y datos curiosos que se generen en cada fase del proyecto, así como los resultados de tus investigaciones, entrevistas, encuestas o experimentos.

Fase 2



Una vez que se determina el problema del proyecto, es necesario delimitarlo para tener claro qué se quiere hacer y qué resultados se esperan.

Recordar qué se sabe del tema, investigar, proponer estrategias, hacer investigaciones y experimentar son algunas de las actividades en las que tu equipo participará de manera activa; la planeación y organización de las actividades les servirá para terminar el proyecto en el tiempo designado por las propuestas que encontrarás en tu libro o por tu profesor.

Un planificador, como el que te presentamos, te ayudará a tener una idea clara del tiempo, los recursos y las personas involucradas en las actividades para solucionar el problema.

Ejemplo de planificador

Tema del proyecto:				
Fase	Actividades o tareas	Recursos	Tiempo	Responsable
Planeación	definir el tema, los propósitos y las preguntas del proyecto			
Desarrollo	obtener, registrar y analizar la información para resolver el problema			
Comunicación	difundir los resultados, el producto, el proceso o los logros			
Evaluación	autoevaluar y coevaluar las actividades, los productos y los resultados para replantear la metodología, y proponer nuevas maneras de afrontar el problema			

Las actividades que planeen contribuirán a su formación científica básica, ya que éstas promueven el desarrollo de habilidades, valores y actitudes. Algunas de dichas tareas se describen en el cuadro de la siguiente página.

Ejemplos de tareas a llevar a cabo en un proyecto estudiantil

Actividades	Habilidades, actitudes y valores que se promueven
<ul style="list-style-type: none"> Consulta de libros, revistas, enciclopedias, artículos de divulgación, fotografías, periódicos, boletines, internet Entrevistas, encuestas Uso del diccionario 	<ul style="list-style-type: none"> Búsqueda, selección y comunicación de información Análisis e interpretación de datos Disposición para el trabajo colaborativo Honestidad al manejar y comunicar información respecto a fenómenos y procesos naturales estudiados
<ul style="list-style-type: none"> Representación de información mediante esquemas y dibujos Diseño y construcción de maquetas y artefactos 	<ul style="list-style-type: none"> Uso y construcción de modelos Capacidad para reconocer situaciones en las que se aplica el conocimiento científico y tecnológico
<ul style="list-style-type: none"> Participación en actividades experimentales Elaboración y análisis de cuadros y gráficas 	<ul style="list-style-type: none"> Formulación de preguntas e hipótesis Observación, medición y registro Comparación, confirmación y clasificación Manejo de materiales, elaboración de montajes y representaciones Establecimiento de relación entre datos, causas, efectos y variables Análisis e interpretación de datos
<ul style="list-style-type: none"> Visita a museos, zoológicos, parques nacionales, viveros, fábricas, talleres, empresas, hospitales 	<ul style="list-style-type: none"> Curiosidad e interés por conocer y explicar el mundo Observación, descripción, detección y comparación Apertura a nuevas ideas y aplicación del escepticismo informado

En esta fase llevarán a cabo todas las actividades propuestas en la planeación y solucionarán el problema elegido. Registren todos sus resultados en la bitácora de proyectos; incluyan alternativas para resolver los problemas que hayan afrontado. El éxito de esta etapa depende del cumplimiento de las tareas por parte de todos los integrantes en el tiempo asignado.

La publicación de los resultados de una investigación representa uno de los principales objetivos de la ciencia, por lo que esta fase es de gran relevancia. El objetivo principal es dar a conocer cómo solucionaron el problema y los resultados obtenidos; la forma tradicional de presentar estos datos es mediante un escrito o una exposición oral. Piensen en alternativas creativas: guiones de radio, obras de teatro, exposición de carteles, murales, feria de ciencias, etcétera.

Evalúen su trabajo en cada fase; los enriquecerá mucho escuchar las sugerencias de otras personas, como su profesor y compañeros de otros equipos; recuerden que al final de cada proyecto encontrarán un cuadro para autoevaluar su desempeño.



Fase 3



Fase 4



Las características de los materiales

Competencias que se favorecen:

- Comprensión de fenómenos y procesos naturales desde la perspectiva científica.
- Toma de decisiones informadas para el cuidado del ambiente y la promoción de la salud orientadas a la cultura de la prevención.
- Comprensión de los alcances y limitaciones de la ciencia y del desarrollo tecnológico en diversos contextos.

Aprendizajes esperados	Contenidos
<ul style="list-style-type: none"> • Identifica las aportaciones del conocimiento químico y tecnológico en la satisfacción de necesidades básicas, en la salud y el ambiente. • Analiza la influencia de los medios de comunicación y las actitudes de las personas hacia la química y la tecnología. 	<p>La ciencia y la tecnología en el mundo actual</p> <p>Lección 1. Relación de la química y la tecnología con el ser humano, la salud y el ambiente</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Clasifica diferentes materiales con base en su estado de agregación e identifica su relación con las condiciones físicas del medio. • Identifica las propiedades extensivas (masa y volumen) e intensivas (temperatura de fusión y de ebullición, viscosidad, densidad, solubilidad) de algunos materiales. • Explica la importancia de los instrumentos de medición y observación como herramientas que amplían la capacidad de percepción de nuestros sentidos. 	<p>Identificación de las propiedades físicas de los materiales</p> <p>Lección 2. Propiedades cualitativas, extensivas e intensivas</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Identifica los componentes de las mezclas y las clasifica en homogéneas y heterogéneas. • Identifica la relación entre la variación de la concentración de una mezcla (porcentaje en masa y volumen) y sus propiedades. • Deduce métodos de separación de mezclas con base en las propiedades físicas de sus componentes. 	<p>Experimentación con mezclas</p> <p>Lección 3. Mezclas homogéneas y heterogéneas Lección 4. Métodos de separación de mezclas con base en las propiedades físicas de sus componentes</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Identifica que los componentes de una mezcla pueden ser contaminantes, aunque no sean perceptibles a simple vista. • Identifica la funcionalidad de expresar la concentración de una mezcla en unidades de porcentaje (%) o en partes por millón (ppm). • Identifica que las diferentes concentraciones de un contaminante, en una mezcla, tienen distintos efectos en la salud y en el ambiente, con el fin de tomar decisiones informadas. 	<p>¿Cómo saber si la muestra de una mezcla está más contaminada que otra?</p> <p>Lección 5. Toma de decisiones relacionada con: contaminación de una mezcla. Concentración y efectos</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Argumenta la importancia del trabajo de Lavoisier al mejorar los mecanismos de investigación (medición de masa en un sistema cerrado) para la comprensión de los fenómenos naturales. • Identifica el carácter tentativo del conocimiento científico y las limitaciones producidas por el contexto cultural en el cual se desarrolla. 	<p>Primera revolución de la química</p> <p>Lección 6. Aportaciones de Lavoisier: la Ley de conservación de la masa</p>
<ul style="list-style-type: none"> • A partir de situaciones problemáticas plantea premisas, supuestos y alternativas de solución, considerando las propiedades de los materiales o la conservación de la masa. • Identifica, mediante la experimentación, algunos de los fundamentos básicos que se utilizan en la investigación científica escolar. • Argumenta y comunica las implicaciones sociales que tienen los resultados de la investigación científica. • Evalúa los aciertos y debilidades de los procesos investigativos al utilizar el conocimiento y la evidencia científicos. 	<p>Proyectos: ahora tú explora, experimenta y actúa (preguntas opcionales). Integración y aplicación</p> <ul style="list-style-type: none"> » ¿Cómo funciona una salinera y cuál es el impacto en el ambiente? » ¿Qué podemos hacer para recuperar y reutilizar el agua del ambiente?



LA SAL DE LA VIDA

Observa la imagen. ¿Qué producto crees que se obtiene en esta industria? ¿Conoces el nombre químico de esta sustancia?

La sal siempre ha desempeñado un papel fundamental en la vida de las personas; se ha utilizado tanto como moneda de cambio o conservador de alimentos como en el ámbito social y de las tradiciones y rituales. En las culturas mesoamericanas tenía un papel político. Posteriormente, México se convirtió en el primer país del mundo en usar la sal con fines industriales en la producción de plata.

1. Además de la alimentación, ¿qué otros usos se te ocurren para la sal? Compártelos con tus compañeros.
2. ¿En qué zonas de México situarías una industria salinera? Justifica tu respuesta.
3. Existen muchas tradiciones y supersticiones ligadas a la sal; comenta con tus compañeros alguna de ellas.

Si quieres conocer más respecto a la historia de la sal en México, visita <http://www.redir.mx/SQC-015>.

México es la séptima potencia mundial en la producción de sal. Conocer los métodos de extracción, las propiedades químicas de esta sustancia y sus aplicaciones nos sirve como ejemplo para comprender la relación de la química y la tecnología con la humanidad, la salud y el ambiente.

Al concluir este bloque valorarás estas relaciones, distinguirás las propiedades de los materiales, conocerás los procesos tecnológicos y químicos para su obtención, y diferenciarás entre mezclas y sustancias puras. Asimismo, serás capaz de distinguir los componentes de una mezcla, de separarlos y de calcular su concentración.

Relación de la química y la tecnología con el ser humano, la salud y el ambiente

APRENDIZAJES ESPERADOS. Identifica las aportaciones del conocimiento químico y tecnológico en la satisfacción de necesidades básicas, en la salud y el ambiente. Analiza la influencia de los medios de comunicación y las actitudes de las personas hacia la química y la tecnología.

Comenzamos

La forma en la que comemos, nos vestimos, nos transportamos, nos divertimos y nos curamos alguna enfermedad tiene mucho que ver con la química y con sus aplicaciones tecnológicas (figura 1.1). En nuestra vida disfrutamos de muchas comodidades gracias al conocimiento químico, pero debemos estar conscientes de que éste también implica un uso responsable.

- Participa con tu grupo. Hagan lo siguiente.
 - Coloquen sobre el escritorio del profesor diez objetos que se encuentren en sus mochilas.
 - Comenten cuáles son producto de procesos químicos y tecnológicos y cuáles no. Escriban en el cuaderno por qué piensan que es así.
- Reúnete con dos compañeros. Completen el siguiente cuadro en su cuaderno.

¿De qué manera contribuyen la química y la tecnología a...

la confección de ropa?	
la elaboración de productos de limpieza del hogar?	
el desarrollo de artículos de higiene personal?	
la producción de alimentos?	
la fabricación de materiales de construcción?	
la generación de productos de entretenimiento (televisores, discos compactos, juguetes, juegos)?	
el desarrollo de medicamentos?	

- Responde en tu cuaderno.
 - ¿La obtención de dichos productos genera algún tipo de contaminación ambiental? ¿Y su utilización o desecho? ¿Qué tipo de contaminación producen?
 - ¿En la fabricación de qué otros productos de uso cotidiano consideras que interviene la química y en qué forma?
 - ¿Existe algún ámbito de tu vida en el que ni el conocimiento científico ni el proceso tecnológico estén presentes? ¿Cuál? ¿Por qué piensas que es así?

Aprendemos

La **ciencia** es un sistema organizado de conocimientos acerca de los fenómenos y las leyes del universo, con el que se generan transformaciones en beneficio de la sociedad y que siempre busca la **precisión**, nunca la vaguedad.



Figura 1.1 Muchos de los objetos que encuentras en tu mochila no son iguales a los que tus abuelos llevaban en la suya. Estas diferencias se deben, principalmente, al avance tecnológico en el desarrollo de nuevos materiales.

Hay quien dice que la ciencia es el invento más importante de los seres humanos, y esto debe ser verdad. Gracias a ella, hemos sido capaces de transformar nuestro entorno, hasta llegar al punto en el que se encuentra hoy; también, con ayuda de ella se solucionan diversos tipos de problemas.

El **conocimiento científico**, a diferencia de otros conocimientos, como el empírico, se obtiene de una manera sistemática, ordenada y controlada, y no se limita a la constancia de los hechos ni a su descripción, sino que los explica e interpreta. Además, es capaz de descartar conocimientos previos y producir otros nuevos, una vez que se demuestre que son compatibles con lo que se sabe hasta el momento; es decir, siempre busca ir más allá.

Con la finalidad de explicar un fenómeno, los científicos hacen conjeturas o suposiciones fundadas en el saber adquirido, las cuales se ponen a prueba por medio de la observación y la experimentación. Esta última es más contundente que la observación, al modificar eventos en vez de conformarse con registrar variaciones.

Hay diferentes ramas científicas, como la biología y la física —que has estudiado previamente—, y la química, que es el tema de este libro.

Por otra parte, la **tecnología** (del griego *tekhné*, "arte o técnica", y *logos*, "tratado") se emplea para diseñar y crear objetos requeridos por los humanos para satisfacer sus necesidades. En un principio se basó únicamente en la experiencia y produjo, por ejemplo, el fuego; ahora se basa en el conocimiento científico y nos ha llevado incluso al espacio exterior.

Las aplicaciones de la ciencia y la tecnología se encuentran en todas partes, en los lugares y las cosas más comunes, como la escuela, el transporte, la cocina, el baño, los lápices, las gomas, los bolígrafos o las computadoras (figura 1.2), pero también en los más extraños, como las naves espaciales, las máquinas de rayos X, los hospitales, el espacio exterior o el fondo del mar. ¿Alguna vez has pensado qué harías si de pronto desaparecieran todas esas herramientas u objetos que utilizas diariamente?

Importancia de la química y la tecnología en la satisfacción de necesidades básicas, entre ellas, la salud

Las necesidades básicas de la humanidad son la subsistencia (alimentación y salud, por ejemplo), la protección (seguridad, prevención, vivienda), el afecto (familia, amistades, privacidad), el entendimiento (educación, comunicación), la participación (responsabilidades, derechos, trabajo), el ocio (espectáculos, juegos), la creación (habilidades, destrezas), la identidad (grupos de referencia, sexualidad, etcétera) y la libertad (igualdad de derechos).

La química y la tecnología se han utilizado para satisfacer dichas necesidades, incluso en áreas que ni siquiera imaginaríamos, por ejemplo, con la elaboración de perfumes (atracción); el desarrollo de anticonceptivos o estimulantes ovulatorios (familia); del teléfono celular (familia, seguridad, amistad, comunicación); de internet (familia, amistad, comunicación, educación); de pruebas de ADN (familia, responsabilidad, identidad, libertad), etcétera.



Figura 1.2 Todos los productos que empleamos en el hogar están elaborados con sustancias químicas.



Figura 1.3 El empleo de sustancias químicas para crear medicamentos es una muestra de los aportes de la ciencia y la tecnología.



Figura 1.4 En el desarrollo de prótesis es fundamental la biomecánica para lograr que sean cómodas y funcionales.

conect@mos

Te recomendamos leer Colin Tudge, *Alimentos para el futuro*, México, SEP/Planeta, 2004 (Espejo de Urania).

Calidad de vida. Grado de bienestar al que aspira una persona para satisfacer de forma integral sus necesidades materiales, psicológicas y sociales.

Fertilizante. Material que fertiliza o que hace productiva la tierra.

Esperanza de vida. Es el número de años que en promedio se espera que viva una persona.

Las necesidades básicas no han cambiado a lo largo de la historia de la humanidad, pero sí la forma de satisfacerlas, ya que los conocimientos científicos y tecnológicos han sido diferentes en cada época.

En la prehistoria, por ejemplo, los seres humanos carecían de los conocimientos científicos y tecnológicos para construir viviendas más confortables y ocupaban los espacios disponibles, como las cuevas. En cuanto al vestido, recurrían a las pieles de los animales, y en lo relativo a la salud, utilizaban plantas y elementos de la naturaleza para curar algunas enfermedades.

Ahora empleamos refrigeradores que funcionan con algunos gases o líquidos, para disminuir la temperatura de los alimentos; construimos casas con nuevos materiales, como la espuma pulverizada expansible (resina de isocianato y polioli), la madera de PVC o el fibrocemento; vestimos con fibras sintéticas; y cuidamos nuestra salud con gran variedad de medicamentos, como los antibióticos, que atacan infecciones producidas por bacterias, y las vacunas, que previenen enfermedades como el sarampión, la influenza, la poliomielitis o el tétanos (figura 1.3).

Asimismo, la tecnología y el conocimiento generado por los químicos, los biólogos, los médicos y los ingenieros ha propiciado el desarrollo de prótesis dentales, de brazos, de piernas, intracardiacas (marcapasos, válvulas, desfibriladores), etcétera, las cuales posibilitan que una persona se reincorpore a sus actividades cotidianas y, ¿por qué no?, laborales (figura 1.4).

Desarrolla tu pensamiento científico

Reúnete con tu equipo para llevar a cabo las siguientes actividades.

- Comenten de qué manera se conservaban los alimentos en la antigüedad y cómo se conservan actualmente.
- En su libro de Ciencias I busquen las diferentes técnicas empleadas para conservar los alimentos.
- En su cuaderno enlisten las técnicas que encontraron y comenten con qué alimentos se utilizan procesos químicos o tecnológicos.
- Discutan cómo ha cambiado la satisfacción de las necesidades de vivienda, alimentación y salud gracias a la influencia de la química y la tecnología. Escriban en su cuaderno sus conclusiones.

Importancia de la química y la tecnología en el ambiente

En la época actual, son evidentes las repercusiones de la actividad química y tecnológica en el ambiente, sin embargo, no siempre fue así. Las tres revoluciones industriales que han ocurrido en el mundo (1760-1830, 1870-1914 y la que estamos viviendo —iniciada entre 1945 y 1970—) abrieron la puerta a numerosos desarrollos técnicos que, con nuevas materias primas, otras fuentes de energía, nueva maquinaria y diferentes protagonistas, han supuesto un gran cambio en nuestra relación con la naturaleza.

Los conocimientos científicos y tecnológicos han mejorado nuestra **calidad de vida** al aportarnos nuevos productos, entre otros: **fertilizantes** empleados para optimizar la nutrición de los cultivos; plásticos para sustituir materiales que escasean, como metales, cuero, vidrio y derivados del papel; medicinas que incrementan la **esperanza de vida**; y plantas más resistentes a las plagas, con un crecimiento acelerado o con la capacidad de desarrollarse en un ambiente hostil, lo cual ayuda a solucionar problemas alimentarios. Sin embargo, estas aplicaciones también han producido consecuencias negativas para el ambiente.

El empleo desmesurado de productos químicos y el incremento de residuos tóxicos y peligrosos han producido problemas como los siguientes.

- » **Contaminación de la atmósfera**, causada sobre todo por la emisión de contaminantes generados por diferentes tipos de combustiones, por ejemplo, el dióxido y el monóxido de carbono y los óxidos de nitrógeno y de azufre. Ésta también se debe al empleo de clorofluorocarbonos (CFC), sustancias utilizadas en los primeros refrigeradores y en los aerosoles; en estos últimos se emplean como **propelentes** (figura 1.5). De estos contaminantes gaseosos, algunos son de efecto invernadero y otros provocan la lluvia ácida.
- » **Contaminación del agua**, producida por las descargas de contaminantes industriales y caseros que se vierten en cuerpos de agua, como arroyos, ríos y mares. Entre ellos, sustancias químicas, como mercurio, plomo, petróleo, plásticos, plaguicidas y detergentes.
- » **Contaminación del suelo**, provocada por el uso indiscriminado de sustancias químicas, como los herbicidas u otros pesticidas y los fertilizantes, así como por la acumulación de residuos urbanos, industriales y ganaderos.

A su vez, la química y la tecnología han contribuido en parte a la contaminación visual o del paisaje, así como a la contaminación sonora, lumínica y térmica. Sabiendo que el avance químico y tecnológico ha repercutido en el ambiente, los científicos están haciendo grandes esfuerzos para prevenir o resolver los problemas de contaminación que aquejan a nuestro planeta. Por ejemplo, las pinturas sintéticas cada vez tienen menos cantidad de disolventes, y los que se usan son menos tóxicos; hay una tendencia mundial a reducir el contenido de azufre de los combustibles, incluidos los de uso marítimo; se han desarrollado plásticos biodegradables, etcétera.

En este sentido, es importante mencionar que la responsabilidad de cuidar el planeta no debe recaer sólo en la comunidad científica o en los gobiernos. Todos tenemos la obligación de cooperar para que nuestra sociedad siga avanzando, pero de una forma más respetuosa con el ambiente.

Desarrolla tu pensamiento científico

1. Busca información acerca de los efectos nocivos de un detergente, un plástico, un insecticida, un fertilizante y un combustible sobre el ambiente o la salud; para ello, utiliza tu libro de Ciencias I, periódicos, revistas de divulgación científica e internet.
2. Con dicha información completa en tu cuaderno un cuadro como el siguiente.

Producto	Efectos nocivos en el ambiente o en la salud
Detergente	
Plástico	
Insecticida	
Fertilizante	
Combustible	



Figura 1.5 Puedes encontrar pinturas, insecticidas, aromatizantes, cosméticos y otros productos en forma de aerosol. Para impulsar su contenido se usan propelentes. Los CFC, que dañan la capa de ozono, se empleaban para ello, pero ahora están prohibidos.

GLOSARIO
Propelente. Compuesto químico empleado para producir propulsión, es decir, movimiento. En el caso de los aerosoles, el propelente es un gas.

conect@mos

Los primeros refrigerantes usados por sus propiedades termodinámicas fueron los CFC, sustituidos después por otros compuestos, al comprobarse que se relacionan con la destrucción de la capa de ozono.

Observa la animación de esta página y explica por escrito cómo los CFC dañan el ambiente: <http://www.redir.mx/SQC-019a>.

También te servirá consultar el siguiente glosario: <http://www.redir.mx/SQC-019b>.



Figura 1.6 La opinión de muchas personas respecto a la química se basa en las consecuencias negativas de su uso desmedido, por ejemplo, las alteraciones ocasionadas en el ambiente por las emisiones de humo, entre otras.



Figura 1.7 Las personas somos responsables de cuidar el entorno y de afectarlo en la menor medida posible reduciendo la compra o el uso de objetos que, si bien facilitan la vida, resultan perjudiciales para el ambiente.

Figura 1.8 Sirviéndose de diversos medios de comunicación, los científicos divulgan la utilidad de sus descubrimientos, así como los beneficios y perjuicios de la ciencia y la tecnología, y sobre todo, la belleza y complejidad del conocimiento científico.

3. Reúnete en equipo. Lean el texto y respondan en el cuaderno.

Como te habrás dado cuenta, la tecnología tiene un lado oscuro: el efecto negativo que produce en nuestro planeta. Reducirlo está en nuestras manos y para lograrlo se llevan a cabo grandes proyectos de cooperación internacional, pero también los ciudadanos debemos introducir cambios en nuestras vidas, los cuales tal vez parezcan insignificantes, pero sumados suponen la supervivencia de la Tierra.

- » ¿Qué proyectos o convenios relacionados con la conservación del medio ambiente es posible llevar a cabo entre las naciones?
- » ¿Qué cambios en la vida cotidiana serían útiles para cuidar el medio ambiente y los recursos naturales, de modo que sean disfrutados por las generaciones futuras?

4. Al final, comparte tus ideas con otros compañeros y con el profesor.

Influencia de los medios de comunicación sobre las actitudes de las personas respecto a la química y la tecnología

Si les preguntas a las personas qué les evoca la palabra química, probablemente encontrarán que la gente tiene una visión negativa de ella y de los productos que considera "elaborados con pura química".

En general, podemos decir que algunos grupos de la sociedad consideran peligroso usar o consumir ciertos productos en cuya etiqueta figuran nombres químicos cuyo significado desconocen. Esta desconfianza se incrementa cuando se solicita su opinión respecto a ciertos productos, como fertilizantes, insecticidas y plásticos, entre otros.

A medida que las personas comprendan el uso de algunas sustancias químicas entenderán sus repercusiones, pero también sus beneficios, y serán capaces de tomar decisiones más acertadas (figura 1.6).

Durante el siglo XX, el desarrollo químico industrial no sustentable originó una mala imagen entre la sociedad, debido a la contaminación causada por los desechos descargados en mares, ríos, arroyos, suelos y aire. Muchas personas tenían la idea de que la ciencia química ocasionaba problemas, sin reflexionar en que también había traído muchos beneficios.

Ante este panorama, diversos medios de comunicación, como periódicos, noticiarios, programas de televisión, documentales y películas, han contribuido a concientizar a la población respecto a estos problemas y han ayudado a que trate de cuidar el ambiente y se responsabilice más de sus acciones (figura 1.7). Sin embargo, esto ha funcionado mejor con la población infantil que con los adultos, con quienes hay que insistir.

Existe un conjunto de actividades de comunicación, entre las que podemos mencionar la publicación de revistas de divulgación científica, exposiciones, clubes de ciencia, conferencias, entre otras, que tienen como finalidad la explicación y difusión de los conocimientos, de la cultura y del pensamiento científico entre los estudiantes y el público en general, entre los que podría haber inversionistas (figura 1.8). Ahora se emplea el término "comunicación pública de la ciencia y la tecnología" para referirse a los sistemas que sirvan para divulgar el conocimiento científico entre la gente.



Estas actividades buscan que las personas adquieran mayor conciencia de los problemas científicos y tecnológicos de la actualidad y pretenden que piensen cómo contribuir a su solución y reconozcan su responsabilidad en la preservación del planeta.

Desarrolla tu pensamiento científico

1. Reúnete con dos o tres compañeros e intercambien sus puntos de vista acerca de las siguientes preguntas.

- » ¿A qué se debe el aumento en el número de publicaciones orientadas a la divulgación de temas relacionados con la ciencia?
- » ¿Consideran que el público en general se interesa más que antes en leer o escuchar noticias relacionadas con la ciencia y la tecnología? ¿Por qué?

♦ Escriban sus conclusiones en el cuaderno y compártanlas con el grupo.

2. Investiguen acerca de cuatro aportaciones que faciliten su vida cotidiana obtenidas a partir de conocimientos químicos y tecnológicos. Escribanlas en el cuaderno y hagan lo que se indica a continuación.

♦ Comenten con otros equipos y con su profesor los resultados de su investigación. Destaquen de qué manera dichas aportaciones benefician o perjudican la salud o el ambiente (ya sea en su fabricación, uso o desecho).

♦ Con base en lo anterior, elaboren un cartel y colóquenlo en su salón.

♦ Indaguen qué es un tríptico y cómo se elabora. Seleccionen la información que es posible presentar en un tríptico y hagan uno. Reprodúzcanlo y repartan las copias entre familiares y amigos.

♦ Comenten con su profesor las actitudes que tomaron las personas a quienes les dieron el tríptico y qué tan conveniente es divulgar la ciencia por dicho medio. Anoten en el cuaderno sus conclusiones.

Para saber más

La química juega un papel central en la economía de muchos países. La industria química da empleo a millones de personas en el mundo. Amplia tus conocimientos al respecto leyendo estos libros de José Antonio Chamizo Guerrero:

- *Química mexicana*, México, SEP-Dirección General de Publicaciones, 2003 (Espejo de Urania).
- *La ciencia*, México, SEP/UNAM, 2004 (Espejo de Urania).

Integramos

El conocimiento químico ha generado una amplia gama de descubrimientos y aplicaciones tecnológicas de enorme beneficio para la humanidad, como el aumento de la producción agrícola debido al uso de nuevas técnicas de cultivo y de fertilizantes menos contaminantes (figura 1.9) y como el incremento de la esperanza de vida de la población gracias al desarrollo de nuevos medicamentos y vacunas, así como a la creación de instrumental médico cada vez más eficiente y sofisticado, entre otras cosas.

No obstante, además de esas y otras ventajas, la ciencia y la tecnología, con sus diferentes procesos y productos, han influido en la contaminación y degradación del ambiente. Algunas catástrofes ecológicas, como los derrames petroleros ocurridos en plataformas marinas, han agravado incluso el desequilibrio social que existe en nuestro planeta.



Figura 1.9 El uso de los fertilizantes en la agricultura incrementa varias veces la producción de alimentos, lo cual es importante para evitar su carencia.

Manto freático. Capa de agua subterránea que ocupa poros y huecos de las rocas, bajo el suelo y por encima de la capa de material impermeable. El límite superior de esta capa se conoce como "tabla de agua".

GLOSARIO

La ciencia y la tecnología nacieron de las necesidades de los humanos, entre ellas, la de explicar su naturaleza y el mundo que los rodea. En conjunto, éstas han propiciado, de diversas formas, que se produzcan los satisfactores necesarios para que la humanidad tenga una vida más saludable y cómoda.

Sin embargo, durante ese proceso de búsqueda las personas han modificado el ambiente y, por ejemplo, han deforestado bosques y selvas para crear zonas urbanas o para extender las tierras de cultivo; han sobreexplotado y contaminado el **manto freático**; han desertificado suelo fértil y productivo; han generado la lluvia ácida que ha ocasionado la muerte de gran cantidad de peces, etcétera.

Problemas como los anteriores se pueden prevenir o resolver si se adquiere conciencia de la importancia de buscar alternativas tecnológicas y científicas menos perjudiciales para la humanidad y el planeta. Para conseguirlo, la divulgación de la ciencia y el conocimiento son de gran ayuda.

conect@mos

Si quieres saber un poco más sobre el impacto ambiental que se genera con el uso de las bolsas de plástico, puedes consultar la siguiente dirección electrónica: <http://www.redir.mx/SQC-022>.

Desarrolla tu pensamiento científico

1. Lee el texto y responde; después haz lo que se pide.

El **polietileno**, uno de los plásticos más comunes y baratos, se usa en una amplia variedad de productos. Desde que se sintetizó alcanzó gran popularidad. Lo encontramos en botellas, bolsas, juguetes, láminas, partes de automóviles, etcétera. Sin embargo, desde el momento de su fabricación y hasta el de su desecho, este material daña el ambiente, sobre todo si consideramos que algunos productos elaborados con polietileno de baja densidad tardan entre 100 y 400 años en ser degradados por el ambiente.

- En la actualidad hay empresas que compran envases de polietileno para reciclarlo, ¿qué tipo de productos supones que estas empresas elaboran con ese material y qué repercusiones tendrá en el ambiente este proceso de reciclaje?
- Intercambia tu respuesta con tus compañeros.
- Comenten qué estrategia iniciarían en el hogar, la escuela o en la comunidad para que al tirar la basura se separen los productos elaborados con polietileno, de modo que se facilite su recolección y reciclado.



Figura 1.10 Existe un código internacional para identificar los diferentes plásticos. Búscalo en los envases y bolsas que uses. El número 1 corresponde al PET.

2. Investiga qué es el PET, cuáles son sus propiedades, sus principales usos y las ventajas y desventajas de utilizarlo (**figura 1.10**).

- » ¿Qué necesidades básicas satisface este material? ¿Qué efecto tiene su uso sobre el ambiente y la salud?
- » Debido a lo anterior, ¿consideras que algunas personas deberían modificar su actitud de rechazo hacia la química y la tecnología? ¿Por qué?

3. Regresa a la sección "Comenzamos" y revisa tus respuestas. Explica con tus palabras qué es la química y si la consideras benéfica o perjudicial.

4. Elabora un cartel dividido en dos partes: en la primera, ilustra aspectos positivos de la química, y en la segunda, las consecuencias negativas de su uso inadecuado. Al final, organízate con tu grupo para pegar todos los carteles en lugares visibles de la escuela.

BLOQUE

1

Identificación de las propiedades físicas de los materiales

Lección 2

Propiedades cualitativas, extensivas e intensivas

APRENDIZAJES ESPERADOS. Clasifica diferentes materiales con base en su estado de agregación e identifica su relación con las condiciones físicas del medio. Identifica las propiedades extensivas (masa y volumen) e intensivas (temperatura de fusión y de ebullición, viscosidad, densidad, solubilidad) de algunos materiales. Explica la importancia de los instrumentos de medición y observación como herramientas que amplían la capacidad de percepción de nuestros sentidos.

Comenzamos

¿Te has preguntado cómo percibes las características de lo que está a tu alrededor? Seguramente utilizas tus sentidos para captar algunos rasgos de los objetos que te rodean: los tocas, los hueles, los agitas para ver si producen algún sonido e, incluso, los pruebas (**figura 1.11**). Claro que no siempre contarás con el olfato o el gusto para reconocer sustancias, ni en la vida cotidiana ni, mucho menos, en un laboratorio, pues es muy peligroso.

1. Lleva a cabo la siguiente actividad y luego responde.

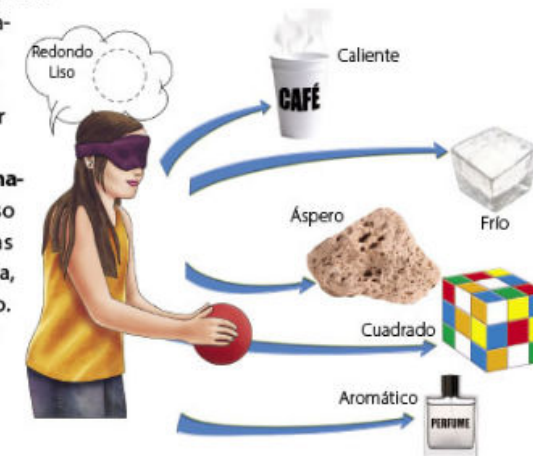
- Pide a un compañero que reúna diez objetos diferentes sin que los veas. Cúbrete los ojos con un pañuelo e indícale que coloque entre tus manos uno a uno dichos objetos.
- Trata de reconocer los objetos.
 - » ¿Cómo te diste cuenta del tipo de objeto que te dio tu compañero cada vez?
 - » ¿Qué características te sirvieron para reconocerlos?
 - » ¿Qué características apreciaste sólo con el tacto, el olfato o el gusto? ¿Cuáles no?
 - » ¿Qué necesitas para saber más de los objetos?

Aprendemos

Tal como lo experimentaste, los sentidos nos sirven para reconocer algunas **propiedades físicas** de los materiales que se encuentran a nuestro alrededor. También nos ayudan a detectar algunas de sus **propiedades químicas** y a clasificarlos.

Sin embargo, ¿a qué nos referimos cuando hablamos de "materiales"? De manera general, un **material** es una porción definida de materia. La humanidad, desde su aparición sobre la Tierra, ha usado todos los materiales que ha encontrado, algunos para transformarlos y mejorar con ello sus condiciones de vida.

La palabra "material" viene de **materia**. Todo lo que está en el Universo está formado por materia, desde las galaxias y los planetas, hasta la comida, los objetos de uso diario y tú mismo. Según las personas que se ocupan de la ciencia, la materia ordinaria tiene masa y ocupa un lugar en el espacio.



Para saber más

El **polipropileno** es uno de los materiales plásticos más utilizados en la actualidad. Se emplea en la fabricación de juguetes, alfombras, sogas, películas transparentes, accesorios para automóviles, recipientes que soportan altas temperaturas y que, por eso, son utilizados en hornos de microondas, etcétera.

Figura 1.11 Además de la vista, es posible utilizar otros sentidos para detectar algunas de las propiedades de los materiales.

Aproximación al conocimiento científico

Ya sabes que los materiales tienen una serie de características y propiedades que percibimos mediante nuestros sentidos y que nos ayudan a reconocerlos o clasificarlos conforme a ciertos criterios.

Material: ¿qué necesitamos?

Diez objetos diferentes

Desarrollo: ¿qué hacemos?

1. Reúnete con tres compañeros y saquen de sus mochilas diez objetos distintos. También pueden usar algunos que estén a su alrededor (en su salón de clases o fuera de él).
2. Observen las características de cada objeto y, basándose en ellas, completen en su cuaderno un cuadro como éste.

Nombre del objeto	Forma	Estado de agregación	Material del que está hecho	Otros objetos hechos con el mismo material

Análisis de resultados: ¿qué concluimos?

- » ¿Qué tan fácil fue detectar y describir las características de los objetos que seleccionaron? Expliquen su respuesta.
- » ¿Qué necesitarían hacer si quisieran definir con más exactitud las características de esos objetos?



Figura 1.12 A lo largo de la historia, las personas han usado los materiales de su entorno para transformarlos en objetos útiles.

Figura 1.13 En la actualidad, se confecciona ropa térmica con fibras de poliéster y polipropileno con estructuras huecas, las cuales favorecen, entre otras cosas, el aislamiento térmico.

Muchos de los objetos que se encuentran a nuestro alrededor han sido elaborados a partir de diferentes materiales, para satisfacer nuestras necesidades (figura 1.12). Además de los materiales naturales, como la madera, el vidrio y el papel, existen los sintéticos y las mezclas de ambos. El **nailon**, descubierto en 1935, patentado en 1938 y utilizado en la confección de medias, tejidos y cerdas, es uno de los materiales sintéticos más conocidos, junto con el **cloruro de polivinilo** (PVC), con el que se fabrican tuberías; el **polietileno** (PE), utilizado para elaborar bolsas, y el **politereftalato de etileno** (PET), empleado en botellas.

Nuevos **materiales sintéticos** se investigan en laboratorios especializados de todo el mundo, pues la sociedad actual exige que se atiendan sus necesidades cada vez más específicas. Se buscan polímeros sintéticos y materiales cerámicos más resistentes a la corrosión, fibras y metales más ligeros, cerámicas y metales superconductores, biomateriales cerámicos, metálicos y poliméricos para aplicarse en medicina (tratamiento de heridas, liberación de fármacos, reconstrucción de tejidos, injertos), etcétera.

Por tanto, nuevos materiales se emplearán para producir un transporte ultraligero y poco contaminante; para generar fibras aislantes que se usarán en la denominada "ropa inteligente" (figura 1.13); para sustituir materiales empleados actualmente en el campo de la óptica y en el de la electrónica, pero que tienen baja eficacia, resistencia y flexibilidad, etcétera. Lo anterior supondrá un gran avance en el desarrollo humano y científico y, con seguridad, algunas de estas aplicaciones formarán parte de tu vida en un futuro cercano.



Figura 1.13: Una imagen de una mujer y un hombre corriendo en un entorno nevado, representando el uso de ropa térmica sintética.

Desarrolla tu pensamiento científico

1. Investiga y completa el siguiente cuadro.

Materiales sintéticos obtenidos en laboratorios especializados		
Material	¿Qué cualidades tiene?	¿Cuáles son sus usos?
Fibra de carbono		
Aerogel		
Poliestireno		
Policarbonato		

- Compara tu cuadro con el de tus compañeros y modifícalo si es necesario.

Propiedades cualitativas de la materia

En general, los humanos percibimos los objetos de manera diferente, en función de nuestras características personales y de las condiciones físicas en que éstos se encuentren (figura 1.14). Aunque tenemos muy desarrollados los sentidos, nuestra capacidad para distinguir colores, olores y sabores es limitada y, la mayoría de las veces, no es fácil diferenciar sustancias muy parecidas o aquellas que están en muy baja concentración; por eso es necesario el uso de aparatos especializados.



Figura 1.14 Algunas propiedades de la materia se distinguen mediante la vista, el olfato y el gusto, como el color, el sabor, el olor y el estado de agregación de estos dulces.

Por ejemplo, distinguimos con el gusto si el dulzor de una naranja es mayor o menor que el de otra, sin embargo, no somos capaces de indicar con precisión qué tan dulces son ni cuantificar la diferencia. Así, los especialistas han ideado formas para estimar la cantidad de azúcares en jugos de frutas, vinos y mermeladas. Una de ellas es el **grado Brix** (°Bx), que equivale a 1 g de azúcar de mesa en 100 g de disolución líquida.

Los científicos han clasificado las **propiedades de la materia** en dos categorías: **cualitativas** y **cuantitativas**. Las primeras ayudan a describir ciertas cualidades generales de los objetos, como su color, sabor, olor y estado físico.

El **color** es una propiedad cualitativa y se utiliza para hacer una de las primeras descripciones de un objeto. El color que percibimos no depende sólo de la luz, sino también de nuestros ojos, nuestras terminales nerviosas y nuestro cerebro. De acuerdo con la teoría del color del científico inglés Thomas Young (1773-1829), la mayoría de los humanos y de los primates somos **tricrómatas**, es decir, tenemos tres clases de receptores del color (células sensibles al color, llamadas *conos*, ubicadas en la retina); una clase detecta el azul, otra el verde y otra el rojo. Nuestro cerebro combina esos colores para producir el resto. Se estima que el ojo humano es capaz de captar un millón de variaciones cromáticas, sin embargo, el número de colores percibido por cada persona depende de factores orgánicos y subjetivos.

Los cuerpos absorben y reflejan los colores (figura 1.15). Los jitomates los vemos rojos porque absorben el verde y el azul y reflejan el rojo. Un plátano lo vemos amarillo porque absorbe el azul y refleja el verde y el rojo, la suma de estos dos últimos da el amarillo. Un cuerpo que ves blanco refleja todos los colores (rojo, verde y azul), y la mezcla de éstos da como resultado el blanco; mientras que uno que percibes negro absorbe todos los colores y no refleja ninguno.



Figura 1.15 Las pinturas tienen diferentes colores porque los pigmentos de cada una reflejan ciertas longitudes de onda que corresponden a cada color.

Para saber más

Existe un aparato, llamado **brillómetro**, que se utiliza para determinar si el brillo de ciertas superficies es el adecuado para sus estándares de calidad; algo que está fuera de nuestras capacidades humanas, pero que con la tecnología se ha superado. Se usa en pavimentos, superficies lacadas o pulidas, plásticos, etcétera.



Figura 1.16 Las partículas de los perfumes estimulan los receptores olfativos, por eso los olemos.

El **olor** es otra de las propiedades cualitativas de la materia y, al igual que en el caso del color, es una sensación que se origina al recibir un estímulo en el sistema olfativo. Los olores son producidos por una compleja mezcla de gases, vapores y polvo, la cual será percibida, de acuerdo con su composición, por los receptores olfativos que se encuentran ubicados en la porción superior de las fosas nasales (figura 1.16).

Los humanos tenemos la capacidad de distinguir entre 5000 y 10000 olores diferentes, pero como la mayoría de nosotros sólo estamos en contacto con una parte de ellos a lo largo de nuestra vida, es común que el reconocimiento y la descripción de un olor varíe de una persona a otra. La capacidad olfativa de los humanos ha sido aprovechada por industrias como la alimentaria o la cosmética, para elaborar productos que llamen la atención de los consumidores.

Otra propiedad cualitativa que nos sirve para diferenciar una sustancia de otra es el **estado de agregación**; de hecho, lo primero que hacemos al examinar un objeto es ver si se trata de un sólido, un líquido o un gas.

conect@mos

Te invitamos a que leas José María García, *Manifestaciones de la materia*, SEP/Santillana, 2002 (Espejo de Urania).

Desarrolla tu pensamiento científico

1. Observa la figura 1.17 y señala los diferentes estados de agregación en que se encuentran algunos de los objetos mostrados (como el globo, el helado y el agua de limón).



2. Elabora en tu cuaderno un cuadro en el que anotes el nombre de los objetos que reconociste y algunas de las características que es posible percibir de cada uno de ellos.

Figura 1.17 Todos los objetos y sustancias que nos rodean presentan algún estado de agregación.

En tu curso de Ciencias II aprendiste que una sustancia puede existir en tres estados fundamentales de agregación: sólido, líquido o gaseoso; estará en uno u otro en función de la temperatura y la presión a la que se encuentre. Además, existe un cuarto estado de la materia: el plasma.

Cada estado de agregación presenta características diferentes. Un objeto se encuentra en **estado sólido** cuando la fuerza de atracción entre sus partículas es mucho mayor que la de repulsión. Como están fuertemente unidas, dichas partículas presentan poca movilidad (figura 1.18) y sólo son capaces de vibrar.

Cuando un cuerpo sólido se somete a un incremento de temperatura, la fuerza de atracción de sus partículas disminuye paulatinamente; como consecuencia la distancia entre ellas se incrementa, al igual que su velocidad, y el cuerpo cambia de **fase**. Ha desaparecido la estructura del sólido, pues el cuerpo ha pasado al **estado líquido**.

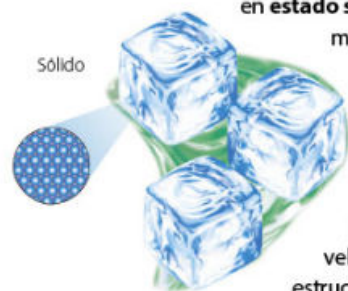


Figura 1.18 Las partículas que constituyen a las sustancias sólidas se encuentran muy juntas y ordenadas.

Los líquidos se caracterizan por tener la capacidad de fluir y de adquirir la forma del recipiente que los contiene. Sus partículas se mueven más que en los sólidos y hay menos atracción entre ellas (figura 1.19).

Por otra parte, cuando un líquido se somete a un incremento de temperatura, las partículas que lo constituyen aumentan su energía cinética y empiezan a ampliar la distancia entre ellas (figura 1.20). Esto provoca que su interacción llegue a ser mínima y se alcance el **estado gaseoso**, el cual se caracteriza por su capacidad de fluir, por el rápido movimiento de sus partículas, por carecer de forma y volumen definidos y por su alta **compresibilidad**.



Figura 1.19 En el estado líquido, las partículas que forman las sustancias tienen una cohesión moderada y se mueven con libertad.

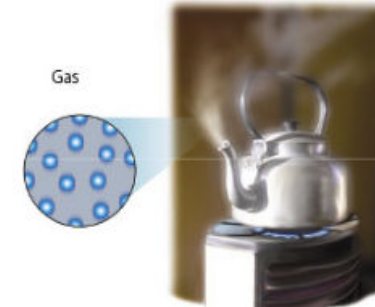


Figura 1.20 Las partículas en el estado gaseoso tienen muy baja cohesión y se mueven mucho, en todas direcciones; de ahí que los gases sean capaces de expandirse indefinidamente.

El **plasma** es parecido al gas, pero se comporta de una manera diferente porque se encuentra fuertemente **ionizado** (figura 1.21). En el plasma, la materia es fluida, conduce la electricidad y, en conjunto, es neutra. Un ejemplo típico de plasma es el fuego. El plasma existe de manera natural en la magnetosfera terrestre y en el Sol, que incluso lo lanza en violentas explosiones conocidas como "viento solar".

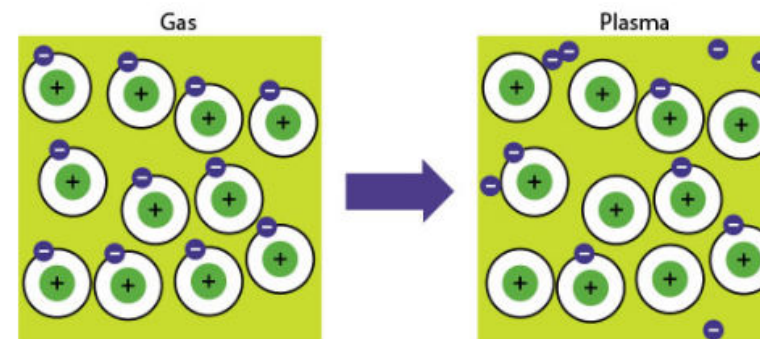


Figura 1.21 Representación de una forma de producción de plasma: al aumentar la temperatura en un gas, éste se ioniza y los electrones se separan de los átomos.

El plasma se utiliza en la refinación secundaria del acero, en la iluminación con lámparas fluorescentes compactas, en la esterilización de material médico, en la fabricación de pantallas de televisión y de monitores de computadora, en el desarrollo de aparatos electrónicos diminutos que sirven a los médicos para diagnosticar con mayor precisión las enfermedades, en la fabricación de microcircuitos, etcétera (figura 1.22). Debido al desarrollo científico y tecnológico actual, este cuarto estado de la materia juega un papel cada vez más importante en nuestras vidas.



Figura 1.22 El plasma se usa para mejorar las uniones de los hilos de los microcircuitos.

Compresibilidad. Propiedad de los cuerpos que consiste en la disminución de su volumen al someterlos a una presión.

Calibración. Actividad que se realiza para determinar el error de un instrumento de medición. Para la calibración se utiliza un patrón establecido que hace las veces de marco de referencia.

GLOSARIO

Propiedades cuantitativas de la materia: extensivas e intensivas

Las **propiedades cuantitativas de la materia** son aquellas susceptibles de **medirse** y que se expresan mediante una **cantidad numérica**, una **unidad** y el nombre del material o la sustancia. Por ejemplo, en "1 kg de arroz" tenemos que:

- 1 = la cantidad numérica
- kg = la unidad
- arroz = el nombre del material

Ninguna de estas partes debe faltar o estar incorrecta, para no poner en riesgo la precisión de los cálculos ni la interpretación de los resultados.

Entre las propiedades cuantitativas podemos mencionar la masa, el volumen, la densidad, la temperatura de ebullición y la solubilidad. Estas propiedades se determinan con instrumentos que relacionan la cantidad observada con una de las **unidades patrón** conocidas y nos dan un número; a esto se le llama "medir", es decir, comparar una cantidad desconocida con una unidad estándar. Por tanto, es muy importante que el instrumento para medir esté bien **calibrado**.

Para su estudio, las propiedades cuantitativas se clasifican en **extensivas e intensivas**.



Figura 1.23 Las canicas grandes tienen más masa y volumen que las chicas, porque poseen mayor cantidad de vidrio.

Propiedades extensivas: masa y volumen

Cuando cierta propiedad de un objeto depende de manera directa de su cantidad de materia decimos que es una propiedad extensiva de la materia (**figura 1.23**). Explicaremos dos de estas propiedades: la masa y el volumen, pero hay otras, como la longitud y el peso.

Las unidades de masa y volumen las empleamos cotidianamente, por ejemplo, cuando compramos 1 kg de tortillas; cuando decidimos que cocinaremos 2 kg de carne; cuando preparamos 1 l de agua de sabor; cuando pedimos un tanque de 20 kg de gas LP, etcétera.

En tu curso de Ciencias II aprendiste que la **masa** es una propiedad que se presenta en todos los objetos, la cual indica la cantidad de materia que tienen. La unidad con que se expresa la masa, según el **Sistema Internacional de Unidades (SI)**, es el kilogramo (kg), que equivale a 1 000 g. Como ves, hay unas unidades menores que el gramo, como el miligramo (mg) o el centigramo (cg), y otras mayores, como el hectogramo (hg) o el kilogramo (kg).

$$1 \text{ kg} = 10 \text{ hg} = 100 \text{ 000 cg} = 1 \text{ 000 000 mg}$$

La balanza es el instrumento más utilizado para medir la masa (**figura 1.24**). Si las masas que se encuentran en ambos platillos son iguales, la balanza estará en equilibrio y las masas tendrán el mismo peso porque serán atraídas por la misma fuerza de gravedad: la de la Tierra. Entonces, la masa y el peso están relacionados, pero no son lo mismo. El **peso** es la fuerza que ejerce la gravedad

sobre una masa, se cuantifica con un dinamómetro y se expresa con una unidad diferente a la de la masa (el newton).

Existen diversos tipos de balanzas. Éstas se emplean en mercados, laboratorios, hogares, consultorios médicos, industrias, etcétera. En función de su uso, sus escalas son diferentes, como se aprecia en el **cuadro 1.1** de la siguiente página.



Figura 1.24 Con una balanza se compara la masa del cuerpo que nos interesa medir con la del que consideramos como referencia.

Cuadro 1.1 Diferentes balanzas y sus escalas	
Tipo de balanza	Escala
De platillos	0.1 g (décima de gramo)
Granataria	0.01 g (centésima de gramo)
Análítica	0.0001 g (diezmilésima de gramo)

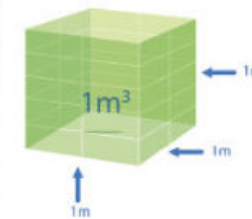


Figura 1.25 El volumen de un cubo se obtiene multiplicando lado \times lado \times lado. En el SI, el volumen tiene como unidad de medida el metro cúbico (m^3). 1 dm^3 cabe mil veces en 1 m^3 .

Por otro lado, el **volumen** se define como el espacio que ocupa un cuerpo. Su unidad de medida en el SI es el metro cúbico (m^3), que es el volumen ocupado por un cubo que tiene un metro de lado (**figura 1.25**). También hay unidades mayores y menores al metro cúbico. Dos de sus equivalencias son las siguientes:

- 1 decámetro cúbico (dam^3) = 1 000 metros cúbicos (m^3)
- 1 decímetro cúbico (dm^3) = 0.001 metros cúbicos (m^3)

Generalmente, utilizamos el litro como una unidad de volumen, pero en realidad es una unidad de **capacidad**. La capacidad se refiere al espacio vacío de algún objeto que es suficiente para contener una o varias cosas. Aunque los términos volumen y capacidad no son iguales existe una equivalencia entre ellos, ya que, por ejemplo, si se introduce un cubo sólido con lados de 1 dm (lo que significa un volumen de 1 dm^3) en un recipiente con agua hasta el borde, se derramará 1 litro (l) de agua. Entonces, puede afirmarse que 1 l (unidad de capacidad) es igual a 1 dm^3 (unidad de volumen). Algunos ejemplos de equivalencias son los siguientes:

- 1 dm^3 = 1 l
- 1 cm^3 = 1 ml
- 1 dm^3 = 1 000 ml

En la vida cotidiana empleamos tazas medidoras, jeringas y otros utensilios para medir el volumen de los líquidos. En el laboratorio, con este fin se usan recipientes volumétricos graduados, como las probetas, las pipetas, las buretas o los matraces aforados (**figura 1.26**); de estos ejemplos, las probetas son las menos exactas. Considera que es fundamental hacer una lectura correcta del volumen que contienen (**figura 1.27**). La escala suele estar graduada en mililitros (ml) o en centímetros cúbicos (cm^3).

Para medir el volumen de cuerpos sólidos regulares se aplican fórmulas geométricas, como las que se encuentran en el **cuadro 1.2**.



Figura 1.26 En el laboratorio de química se usan diferentes recipientes graduados para medir el volumen de las sustancias líquidas.

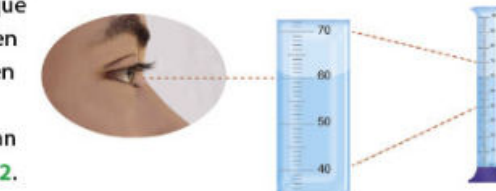


Figura 1.27 Para leer correctamente el volumen de un líquido, se debe observar la parte inferior del menisco (la curva que forma la superficie de un líquido).

Cuadro 1.2 Cálculo del volumen de cuerpos regulares	
Cuerpo	Fórmula
Cubo	lado \times lado \times lado
Prisma	área de la base \times altura
Cilindro	$\pi \times \text{radio}^2 \times \text{altura}$
Pirámide	(área de la base \times altura)/3
Esfera	$(4 \times \pi \times \text{radio}^3)/3$

Aproximación al conocimiento científico

Como ya sabes, para determinar el volumen de un objeto con forma regular se usan fórmulas matemáticas. Sin embargo, cuando se trata de objetos con formas irregulares, debes buscar alternativas.

Material: ¿qué necesitamos?

Un objeto de forma irregular que quepa dentro de una probeta de 100 ml, una probeta de 100 ml o un vaso de precipitados de 150 ml, un pedazo de hilo de coser de unos 45 cm de largo y 100 ml de agua

Desarrollo: ¿qué hacemos?

1. Reúnete con tu equipo. Agreguen 50 ml de agua a la probeta; midan con precisión el líquido.
2. Amarren el hilo al objeto irregular, de manera que no se rompa con facilidad.
3. Con cuidado introduzcan el objeto en la probeta. Debe quedar completamente cubierto por el agua. Observen hasta dónde llegó el nivel del agua y registrenlo en su cuaderno.

Análisis de resultados: ¿qué concluimos?

- » De acuerdo con los datos registrados durante esta actividad experimental, ¿cómo sabrían con precisión el volumen del cuerpo introducido en la probeta?
- » Expresen el volumen del objeto irregular en centímetros cúbicos (cm^3), decímetros cúbicos (dm^3) y metros cúbicos (m^3). ¿Es posible indicar el volumen del objeto irregular en litros? Expliquen por qué.

Para saber más

Cuando calentamos un objeto, su temperatura aumenta; sin embargo, el calor y la temperatura son dos conceptos distintos, aunque estén relacionados entre sí. Mientras que el calor es el flujo de energía entre dos cuerpos puestos en contacto que están a diferentes temperaturas, la temperatura mide la capacidad de dichos cuerpos de ceder o aceptar energía.

El calor depende de la velocidad de las partículas, de su número, de su tamaño y de su tipo; en cambio, la temperatura depende sólo de la velocidad media de las partículas. La temperatura se mide con un termómetro y el calor con un calorímetro.

Propiedades intensivas: temperatura de fusión y de ebullición, densidad y solubilidad

Las propiedades intensivas de la materia no dependen de la cantidad de masa y no son aditivas (es decir, no se suman). Por ejemplo, si tienes una muestra de 50 g de agua y otra de 170 g, su temperatura de ebullición será la misma aunque sus masas sean diferentes. Por otra parte, si juntas en un solo recipiente dos muestras de agua: una de 10 g a 100°C y otra de 120 g a 40°C , tendrás 130 g de agua, pero la temperatura no será de 140°C . Entonces, la masa es aditiva, pero la temperatura no; la primera es una propiedad extensiva y la segunda, una propiedad intensiva (figura 1.28).

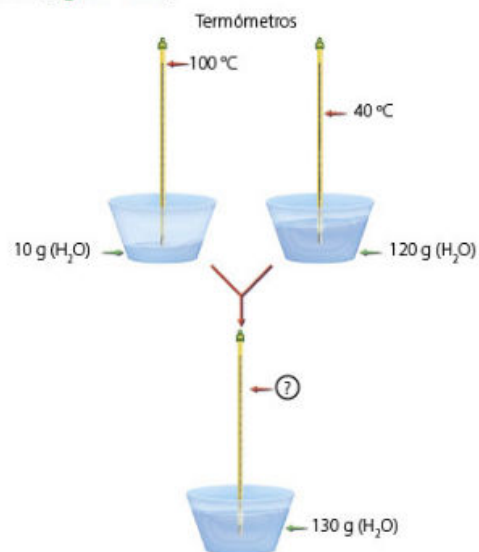


Figura 1.28 El termómetro registrará una temperatura final que no será la suma de las iniciales, sino un valor entre ellas. Esa temperatura estará más cerca de la temperatura de la porción de mayor masa.

La **temperatura de ebullición** es aquella en la que un líquido modifica su estado de agregación molecular y se convierte en gas, es decir, se alcanza cuando el líquido comienza a hervir. Cuando se llega a esta temperatura, la **presión de vapor** del líquido es la misma que la presión que se tiene en el medio que rodea al propio líquido.

La temperatura de ebullición es específica para cada sustancia a una presión determinada. Saber esto es fundamental cuando se analiza un líquido o una mezcla de líquidos y se quiere determinar de qué sustancias se trata. Ya que la temperatura de ebullición varía en función de la presión atmosférica y la altitud, es primordial considerar bajo qué condiciones se realiza el procedimiento. Por ejemplo, en el **cuadro 1.3** se ve el punto de ebullición del agua a diferentes presiones atmosféricas.

Cuadro 1.3 Punto de ebullición del agua a diferentes presiones

Lugar	Altitud (msnm)	Presión atmosférica (mm Hg)	Temperatura de ebullición ($^\circ\text{C}$)
Nivel del mar	0	760	100
Ciudad de México	2240	585	92
Monte Everest	8880	235	70

Al nivel del mar, si se calienta una disolución de alcohol etílico (etanol) en agua, el primer líquido que se evaporará será el alcohol, ya que su temperatura de ebullición (78°C) es menor que la del agua (100°C).

La **temperatura de fusión** es el punto en el cual un cuerpo sólido cambia su estado de agregación molecular y pasa al estado líquido; en un lenguaje más cotidiano, podríamos decir que es el momento en que un sólido se derrite o se funde.

Si colocas hielos en un vaso y les mides la temperatura inmediatamente después de sacarlos del congelador, el termómetro indicará una temperatura muy cercana a los -5°C . No obstante, si los dejas fuera del congelador, verás que el termómetro señala un incremento en la temperatura con el paso del tiempo y observarás que se forman unas gotas de agua en la superficie de los hielos. Se dice entonces que la temperatura que se registró en el momento en que se formó la primera gota de agua es su temperatura de fusión (0°C).

Todos los fluidos tienen algún grado de **viscosidad**, una propiedad intensiva de la materia que indica su oposición a fluir ante la aplicación de una fuerza; cuanto más resistencia opongan los fluidos mayor será su viscosidad. Por ejemplo, si tienes una cuchara con un poco de miel y la inclinas para que resbale su contenido, la miel tardará más tiempo en caer de la cuchara que si hubieras tomado, en vez de la miel, un poco de agua y hubieras llevado a cabo el mismo procedimiento: la miel es más viscosa que el agua.

El instrumento que nos ayuda a conocer la viscosidad de una sustancia es el viscosímetro (figura 1.29) y, en el Sistema Internacional de Unidades (SI), la unidad para expresar la viscosidad dinámica de los fluidos es el pascal por segundo ($\text{Pa}\cdot\text{s}$).

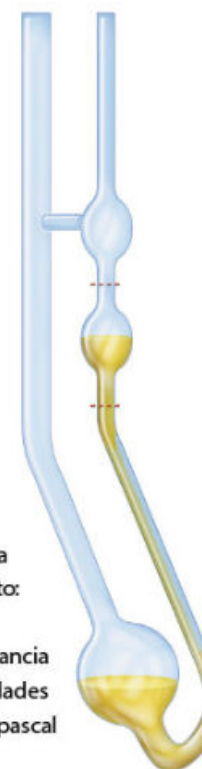
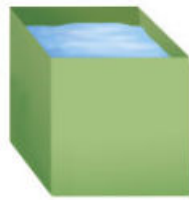


Figura 1.29 El viscosímetro de Ostwald posee una ampolla conectada a un tubo capilar vertical que se une a un segundo ensanchamiento donde se coloca la muestra.

Presión de vapor. Es la presión existente en un sistema en el que, durante un cambio de estado, un líquido o un sólido se encuentra en equilibrio con su fase de vapor o gaseosa.

Nivel del mar. Es el referente para ubicar la altitud de las localidades y accidentes geográficos. En este nivel, la presión atmosférica es de 760 mm de mercurio (1 atm).

msnm. Abreviatura de "metros sobre el nivel del mar". Es la unidad en que suele medirse la altura sobre el nivel del mar.



1 m³ = agua = 1 000 kg



1 m³ = mercurio = 13 600 kg

Figura 1.30 El mismo volumen de dos líquidos diferentes tiene una masa desigual.

Figura 1.31 Con un densímetro se determina la densidad relativa de los líquidos. Este consiste en un cilindro hueco, cerrado y graduado (g/cm³), que flota en posición vertical en el líquido porque en una orilla hay un bulbo con un material pesado.



La temperatura cambia la viscosidad de un fluido. De esta forma, al calentar un líquido y aumentar su temperatura, su viscosidad disminuye; en cambio, al hacer lo mismo con un gas, su viscosidad aumenta. Por eso, si la miel "no quiere salir del envase", la "convencemos" manteniéndola por un tiempo a baño María.

Otra propiedad intensiva de la materia es la **densidad**, una medida utilizada en física y química para saber qué cantidad de masa hay en un volumen determinado (**figura 1.30**). La unidad utilizada para expresar la densidad en el SI es el kg/m³. Obviamente, es posible emplear también sus múltiplos y submúltiplos (unidades mayores o menores que la unidad básica).

Ejemplos de algunas equivalencias:

$$1 \text{ kg/m}^3 = 0.001 \text{ g/cm}^3$$

$$1 \text{ kg/m}^3 = 0.001 \text{ kg/l}^3$$

La densidad de una sustancia se mide con un instrumento llamado **densímetro** (**figura 1.31**). Los densímetros se ocupan mucho en la industria cervecera, la lechera, la azucarera y en la fabricación de acumuladores o de baterías para automóvil.

La fórmula o expresión matemática utilizada para encontrar la densidad es la siguiente:

$$(\rho) = m/v \text{ (densidad = masa/volumen)}$$

Donde ρ (letra griega "rho") corresponde a la densidad, m es la masa del cuerpo y v es su volumen.

La densidad de una sustancia puede sufrir variaciones si se modifica la presión o la temperatura. En general, cuando hay un aumento de presión, la densidad del material también aumenta, y si la temperatura se incrementa la densidad disminuye. El efecto de la temperatura y la presión en los sólidos y los líquidos es muy pequeño; en el caso de los gases es muy grande.

Cuando una sustancia cambia de un estado líquido a uno sólido, los átomos quedan más juntos, lo que implica una reducción del volumen, mientras que la masa se mantiene constante. Si la densidad de una sustancia es igual al cociente entre la masa y el volumen, se esperaría que la densidad de un material fuera mayor en estado sólido que en estado líquido. Eso ocurre con todas las sustancias conocidas hasta ahora, menos el agua, pues cuando ésta se hace hielo sus moléculas quedan más separadas entre sí que en el estado líquido y, por tanto, su volumen aumenta. Por tal motivo, la densidad del hielo es menor que la del agua líquida y los hielos flotan.

Otra de las propiedades intensivas de la materia es la **solubilidad**, que es la medida de la capacidad que tiene una sustancia para disolverse en un volumen establecido de otra (el disolvente). Cuando se ha disuelto la máxima cantidad posible de soluto en un volumen determinado de disolvente se dice que la disolución formada corresponde a una **disolución saturada**, y su concentración se expresa en g/l, en mg/ml, etcétera (**figura 1.32**).

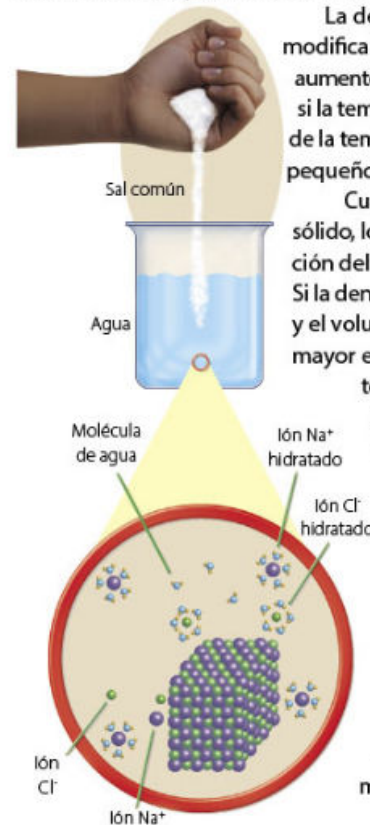


Figura 1.32 La solubilidad se refiere a la mayor cantidad de soluto que puede ser disuelto en una cantidad determinada de disolvente, a cierta presión y temperatura.

Al igual que en el caso de otras propiedades intensivas de la materia, la solubilidad es susceptible de ser modificada por la temperatura. Por ejemplo, resulta más difícil disolver un poco de azúcar en agua helada que si se intenta disolver la misma cantidad de azúcar en agua caliente (**figura 1.33**).

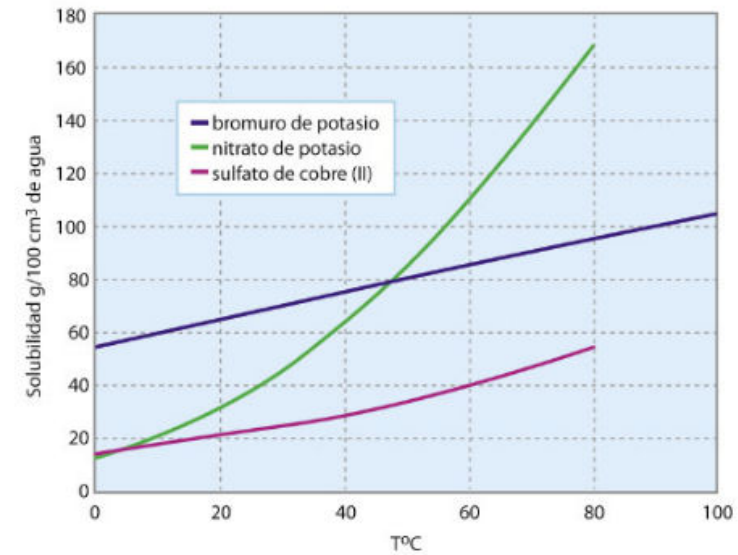


Figura 1.33 La solubilidad de las sustancias suele aumentar con la temperatura.

Aproximación al conocimiento científico

En este tema revisamos ciertas propiedades intensivas de la materia, algunas de ellas nos muestran fenómenos muy interesantes, como el que observarás con tu equipo a continuación.

Material: ¿qué necesitamos?

Un sobre de colorante vegetal rojo o azul, dos vasos medianos de plástico transparente, 100 ml de agua helada y 50 ml de agua a temperatura ambiente, un gotero y una cuchara de plástico.

Desarrollo: ¿qué hacemos?

1. En uno de los vasos agreguen agua a temperatura ambiente hasta una tercera parte de su volumen.
2. Añadan el colorante al vaso y disuélvanlo por completo con la cuchara de plástico.
3. En el otro vaso viertan agua helada hasta la mitad de su volumen y esperen a que ésta deje de moverse.
4. Con el gotero tomen un poco del agua coloreada y, desde una altura de dos o cuatro centímetros, dejen caer una gota al vaso con agua helada. Observen lo que sucede. Debe formarse un anillo de color en el agua helada. Si no se llegara a formar, vuelvan a intentarlo, dejando caer otra gota de agua coloreada.

Análisis de resultados: ¿qué concluimos?

- » Describan de manera detallada lo que observaron al llevar a cabo este experimento.
- » ¿Cómo explican la distribución del agua coloreada al caer dentro del agua helada?
- » ¿Qué sucederá a diferentes temperaturas del agua? ¿Qué pasaría de haber dejado caer la gota del agua coloreada en agua a temperatura ambiente? ¿Qué pasaría de haber hecho el experimento al revés: disolviendo el colorante en agua helada y dejando caer una gota en agua a temperatura ambiente?
- » ¿Qué propiedades intensivas de la materia están presentes en este experimento? Expliquen su respuesta.

Para saber más

El alemán Wolfgang Ketterle y los estadounidenses Eric A. Cornell y Carl E. Wieman ganaron el Premio Nobel de Física en 2001 por haber creado —de manera independiente el primero de ellos— un posible nuevo estado de la materia. A éste se le llama *condensado Bose-Einstein*, pues fue predicho por Satyendra Nath Bose (un científico indio) y Albert Einstein, entre 1924 y 1925, a partir de cálculos teóricos.

Para obtenerlo, Ketterle, Cornell y Wieman generaron una temperatura extremadamente baja en sus experimentos, casi el cero absoluto ($-273\text{ }^{\circ}\text{C}$). En esas condiciones de frío extremo, tanto los átomos de rubidio (utilizados por Cornell y Wieman) como los de sodio (empleados por Ketterle) se coordinaron como si fueran uno solo.

El condensado Bose-Einstein se aplica en la electrónica (láseres y relojes atómicos, computadoras cuánticas), la metrología, la nanotecnología y la astronomía.

Integramos

Para ayudarnos a distinguir diversos materiales consideramos ciertas características que afectan de forma directa o indirecta nuestros sentidos y que se denominan **propiedades físicas**. Es posible medir y observar estas propiedades sin modificar la composición de la materia.

El conocimiento de las propiedades cualitativas, extensivas e intensivas es un tema central de la química, pues éstas nos ayudan a reconocer y a clasificar los materiales, en función de sus semejanzas y sus diferencias.

Las propiedades cualitativas también ayudan a distinguir si la materia ha sufrido alguna transformación, por ejemplo, cuando se somete a algún tipo de proceso. En la industria, los materiales se transforman para satisfacer las distintas necesidades de la sociedad. En el campo de la investigación continuamente se realizan nuevos descubrimientos, como los relacionados con los estados de la materia.

De igual manera, entendiste lo importante que es para la química el contar con instrumentos de medición y observación bien calibrados. Es verdad que nuestros sentidos son la principal herramienta de que disponemos, pero tienen sus limitaciones, y por eso necesitamos instrumentos que amplíen nuestras capacidades. Al contar con éstos, otras personas pueden obtener los mismos resultados que nosotros porque las mediciones son objetivas y se tiene la misma unidad estándar como referencia. Además, te mostramos cómo debes expresar correctamente tus mediciones.

Desarrolla tu pensamiento científico

1. Observa la **figura 1.34** y comenta con tus compañeros qué propiedades intensivas, extensivas y cualitativas se pueden reconocer o intuir. Escribe tus observaciones.



Figura 1.34 Todos estos objetos, formados por materia, presentan propiedades que los diferencian.

2. Haz en tu cuaderno un mapa conceptual en donde utilices las siguientes palabras.

materia, sólidos, líquidos, gases, forma constante, forma variable, volumen constante, volumen variable, dureza, viscosidad, expansibilidad, partículas en posiciones fijas, partículas próximas con movimiento libre, partículas distantes con movimiento libre

3. Investiga qué instrumentos de medición y observación ayudan a potenciar los sentidos de los humanos.
4. Regresa a la sección "Comenzamos", de la **página 23**, y clasifica nuevamente los objetos con base en las propiedades de la materia que ahora conoces.
 - » Argumenta a tu profesor los criterios que empleaste.

APRENDIZAJES ESPERADOS. Identifica los componentes de las mezclas y las clasifica en homogéneas y heterogéneas. Identifica la relación entre la variación de la concentración de una mezcla (porcentaje en masa y volumen) y sus propiedades.

Comenzamos

Mientras disfrutan de una tarde veraniega, sentados en el jardín de su casa, Alejandro mira hacia el horizonte, Susana bebe agua de limón y Adriana saborea un coctel de frutas.

1. Responde en tu cuaderno.
 - » ¿Cuáles son los componentes del aire, los del agua de limón y los de un coctel de frutas?
 - » ¿Consideras que en todos los casos es posible distinguir los componentes de dichas mezclas a simple vista? ¿Por qué?
 - » ¿Qué semejanzas y diferencias encuentras entre el aire, el agua de limón y el coctel de frutas desde el punto de vista de sus componentes? Piensa, por ejemplo, en el estado físico y en si éstos se perciben a simple vista.
2. Comenta tus respuestas con tus compañeros y el profesor.



Figura 1.35 La arena de mar es una mezcla. Si la ves con una lupa, apreciarás las diferentes partículas que la constituyen.

Aprendemos

Muy pocos de los objetos o materiales que te rodean están formados por un solo elemento o compuesto, la mayoría son **mezclas**. Éstas se caracterizan porque constan de dos o más sustancias o componentes que se combinan, en proporciones variables, sin perder su identidad o propiedades (independientemente de su estado de agregación) y sin **reaccionar químicamente**.

La mezcla de materiales es un proceso utilizado a diario, tanto en el hogar (por ejemplo, al cocinar un arroz a la mexicana) como en las industrias altamente tecnificadas (como la farmacéutica, al preparar medicamentos). En la naturaleza también encontramos mezclas, como la sangre, la orina, el aire, la mayoría de las rocas, la tierra, el agua y la arena de mar, etcétera (**figura 1.35**).

Como te habrás dado cuenta, las mezclas son muy comunes en la cotidianidad. Al preparar un "pico de gallo" se hace una mezcla en la cual se observan fácilmente sus componentes (**figura 1.36**). Sin embargo, cuando se disuelve una cucharada de sal en un vaso de agua no es posible distinguir a simple vista los componentes de la mezcla porque muestran un aspecto completamente uniforme. De ahí que, de acuerdo con su apariencia, las mezclas se clasifiquen en homogéneas y heterogéneas.



Figura 1.36 En esta mezcla se distinguen los trozos de jitomate, cebolla y chile que la constituyen.

Reacción química. Cambio químico que se produce cuando dos o más sustancias interactúan y se transforman en otra u otras con propiedades diferentes a las iniciales.

En las mezclas **homogéneas**, los componentes no se distinguen a simple vista (**figura 1.37**). Su aspecto es totalmente uniforme, incluso cuando se les observa al microscopio y pareciera que toda la mezcla es una sola sustancia; por eso se dice que están en una sola fase, como en el caso del agua con sal o azúcar.



Figura 1.37 El té es una mezcla homogénea.



Figura 1.38 Éste es un ejemplo de mezcla heterogénea. Puedes ver los componentes y hasta separarlos con la mano.

En las mezclas **heterogéneas**, los componentes no se distribuyen de manera uniforme y su proporción es distinta en cada parte de la muestra. En ellas se distinguen dos o más fases. En ocasiones, los componentes de una mezcla heterogénea se perciben a simple vista y es posible separarlos con facilidad, por ejemplo, una ensalada de frutas (**figura 1.38**). En otros casos, es necesario valerse de un microscopio para distinguir sus componentes, como en la pólvora, compuesta por proporciones determinadas de carbón, azufre y nitrato de potasio.

Aproximación al conocimiento científico

Ya aprendiste que hay dos tipos de mezclas: homogéneas y heterogéneas. En esta actividad reconocerás las características de ambas.

Material: ¿qué necesitamos?

Tres vasos transparentes de vidrio o plástico, 10 ml de agua, 10 ml de aceite, 10 ml de alcohol, tres probetas o vasos graduados, un agitador o un palito para paleta, tres etiquetas y un marcador indeleble.

Desarrollo: ¿qué hacemos?

1. Etiqueten los vasos con los números del 1 al 3.
2. Viertan primero 10 ml de aceite y después 10 ml de agua en el vaso 1 y déjenlo en reposo. Registren lo que pasa. Ahora, en el mismo vaso, viertan 10 ml de alcohol, procuren que resbale poco a poco por la pared del vaso.
3. Con el agitador, revuelvan vigorosamente la mezcla y déjenla reposar unos minutos (**figura 1.39**).
4. Viertan primero 10 ml de aceite y luego 10 ml de alcohol en el vaso 2, agiten la mezcla y déjenla reposar (**figura 1.40**).
5. Viertan 10 ml de agua y 10 ml de alcohol en el vaso 3. Agiten la mezcla y déjenla reposar.
6. Copien en su cuaderno el cuadro de la siguiente página para que anoten las observaciones correspondientes a cada paso del experimento.



Figura 1.39



Figura 1.40

Registro de observaciones acerca de las mezclas

Vaso	Componentes	Observaciones y tipo de mezcla
1	Agua + aceite, sin agitar	
	Agua + aceite + alcohol, sin agitar	
	Agua + aceite + alcohol, con agitación	
2	Aceite + alcohol, con y sin agitación	
3	Agua + alcohol, con y sin agitación	

Análisis de resultados: ¿qué concluimos?

- » Al mezclar agua con aceite, ¿qué tipo de mezcla se obtuvo? ¿Por qué?
- » ¿Qué tipo de mezcla prepararon con el agua y el alcohol? ¿Por qué?
- » Al mezclar agua, alcohol y aceite, ¿qué tipo de mezcla resultó? ¿Por qué?
- » ¿Qué otras mezclas homogéneas y heterogéneas conocen?

Tres mezclas distintas: disoluciones, coloides y suspensiones

Las mezclas también se conocen como **dispersiones**, sus componentes son la **fase dispersa**, que está presente en menor cantidad, y la **fase dispersante**, la cual se encuentra en mayor proporción. Las dispersiones se clasifican normalmente en disoluciones, coloides y suspensiones, según el tamaño de las partículas de la fase dispersa.

Las **disoluciones** son mezclas homogéneas, pues no se distinguen las sustancias que las componen. El tamaño de las partículas en la fase dispersa es menor que un nanómetro ($1 \text{ nm} = 1 \times 10^{-9} \text{ m}$). Las disoluciones están formadas por un **disolvente**, que es la sustancia que se encuentra en mayor cantidad, y por uno o más **solutos**, que están en menor proporción. En el ejemplo del agua con sal, el disolvente es el agua y el soluto, la sal (**figura 1.41**).

El disolvente actúa como un agente dispersor, que distribuye de manera uniforme el soluto en toda la disolución, así se encontrará la misma cantidad de soluto en cualquier parte de la disolución.

GLOSARIO **Disgregar.** Separar o desunir las partes que estaban unidas.

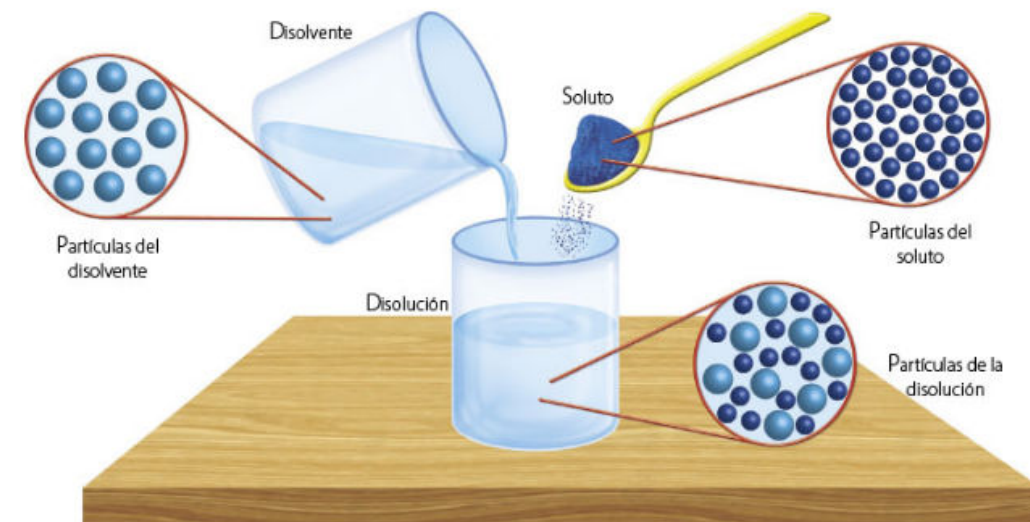


Figura 1.41 En las disoluciones, el soluto se encuentra **disgregado** en el disolvente.



Figura 1.42 Un ejemplo de disolución presente en la vida cotidiana son los refrescos.

Las disoluciones pueden encontrarse en los estados de agregación sólido, líquido o gaseoso. En las disoluciones líquidas, hablamos de mezclas homogéneas de sólidos, líquidos o gases disueltos en un medio líquido. Éstas son transparentes, ya que permiten el paso de la luz; no es posible separar sus componentes por filtración y ninguna de sus fases sedimenta (figura 1.42).

Las disoluciones sólidas son mezclas homogéneas en las que componentes sólidos, líquidos o gaseosos se disuelven en un sólido. Ejemplos de ellas son las mezclas de metales denominadas **aleaciones** (como las **amalgamas**). Las aleaciones son de suma importancia en la industria metalúrgica (figura 1.43).

Las disoluciones gaseosas son mezclas homogéneas que se forman cuando sustancias gaseosas o líquidas se disuelven en un gas (figura 1.44).



Figura 1.43 El acero es una aleación (mezcla de hierro y carbono en proporciones variables) de gran demanda en la industria de la construcción.



Figura 1.44 El gas LP, utilizado en los hogares, es mezcla de butano y propano. Para darle un olor, y detectar fugas, se le agregan mercaptanos.

En el cuadro 1.4 se muestran varios ejemplos de disoluciones.

Cuadro 1.4 Ejemplos de tipos de disoluciones			
Soluto	Disolvente	Mezcla	Ejemplo
Gas	Gas	Gaseosa	Aire
Gas	Líquido	Líquida	Oxígeno en agua, refrescos carbonatados
Gas	Sólido	Sólida	Hidrógeno en platino
Líquido	Gas	Gaseosa	Niebla, nubes
Líquido	Líquido	Líquida	Vinagre (ácido acético en agua)
Líquido	Sólido	Sólida	Amalgamas (por ejemplo, mercurio y oro)
Sólido	Líquido	Líquida	Agua de mar (agua con sales)
Sólido	Sólido	Sólida	Aleaciones (latón, bronce, acero, etcétera)

Por otro lado, si las partículas de la fase dispersa (que puede estar constituida por sólidos, líquidos o gases) miden entre 10 nm y 10 000 nm (es decir, son mayores que las partículas de los solutos de las disoluciones), la mezcla tiene una apariencia uniforme, **traslúcida** u opaca, y se le denomina **coloide**. Ni la fase dispersa de estas mezclas sedimenta ni sus componentes son retenidos por filtros comunes.

Amalgama. Mezcla de metales en la que uno de ellos es el mercurio.

Traslúcido. Material que deja pasar la luz, pero que no permite ver nítidamente los objetos a través de él.

Si en una habitación en penumbra se hace pasar un haz de luz en el aire, se observarán pequeños puntos luminosos, ya que las partículas de polvo contenidas en ese medio refractan y reflejan la luz, con lo que se demuestra que son más grandes que las partículas contenidas en las disoluciones. Este fenómeno se conoce como **efecto Tyndall**, en honor a su descubridor, el físico irlandés John Tyndall (1820-1893). Por otro lado, las partículas coloidales presentan un movimiento aleatorio irregular y constante llamado **movimiento browniano** (figura 1.45).

Hay dispersiones coloidales naturales, como el plasma sanguíneo y la yema de huevo, y las hay también artificiales, como la gelatina y la mayonesa.

Los sistemas coloidales se forman por cualquier combinación entre sólidos, líquidos y gases, excepto por la combinación de un gas con otro, que siempre es una disolución. Observa en el cuadro 1.5 algunos ejemplos de sistemas coloidales.

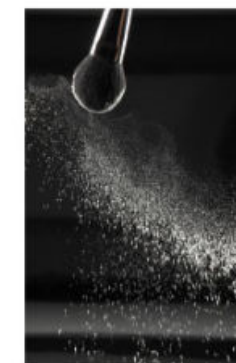


Figura 1.45 El movimiento caótico de las partículas de talco dispersas en el aire se denomina movimiento browniano.

Para saber más

Entre la segunda y la tercera década del siglo pasado se hicieron investigaciones en torno a los coloides. La idea principal era encontrar una sustancia que reemplazara la sangre perdida por los soldados heridos en combate, pues era muy difícil proveerlos de ésta. Idealmente, este coloide debe estar libre de propiedades alergénicas y de riesgo infeccioso, debe poseer una larga vida sin necesidad de un almacenamiento especial y debe ser de bajo costo. Hasta ahora no existe un sustituto plasmático coloidal que cumpla estas características, pero las investigaciones siguen en torno a esta peculiar mezcla, con lo cual queda de manifiesto el carácter inacabado de la ciencia.

Adaptado de Abner Lozano, "Coloides", en *Revista Colombiana de Anestesiología*, vol. 3, núm. 2, vol. 33, junio de 2005, disponible en http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120-33472005000200007&script=sci_arttext (Consulta: 28 de junio de 2013).

Cuadro 1.5 Ejemplos de sistemas coloidales

Fase dispersa / Medio dispersante	Sólido	Líquido	Gas
Sólido	Rubí	Queso	Piedra pómez
Líquido	Gelatina	Mayonesa	Helado
Gas	Humo	Nubes	



Figura 1.46 Muchos medicamentos, como los antibióticos, se presentan en forma de suspensión. Como las fases se separan, éstos deben agitarse antes de ser utilizados.

Otro tipo de mezclas son las **suspensiones**, formadas por una fase dispersa sólida, insoluble en la fase dispersante. En este caso, las partículas dispersas son grandes (grupos de numerosas moléculas), mayores que 10 000 nm. Generalmente, es posible observarlas a simple vista o con el microscopio. Cuando una suspensión se deja en reposo, las partículas de la fase dispersa se sedimentan por acción de la gravedad, ya que no están muy unidas al disolvente. Son mezclas heterogéneas, opacas o traslúcidas (turbias) y filtrables (**figura 1.46**).

Desarrolla tu pensamiento científico

1. Elabora un cuadro comparativo de las disoluciones, los coloides y las suspensiones.
2. Investiga en distintas fuentes bibliográficas y electrónicas acerca del uso de los coloides en los alimentos. Contesta.
 - » ¿Qué son las espumas, las emulsiones y los soles líquidos? ¿Cuáles son sus aplicaciones?
3. Investiga cómo se usan las suspensiones en los medicamentos. Responde.
 - » ¿Cuáles son las ventajas de usar suspensiones en esos productos? ¿Por qué ese tipo de medicamentos tienen que agitarse antes de ser utilizados?
 - » ¿En qué otras industrias se emplean suspensiones?

Concentración de las disoluciones



Al estudiar una disolución se presentan dos interrogantes: ¿qué componentes tiene? y ¿en qué proporciones se encuentran? Para responderlas se necesitan dos datos: uno **cuantitativo**, referido a la naturaleza de las sustancias, es decir, si se trata de azúcar en agua o de ácido acético en etanol, etcétera; y otro **cuantitativo**, que detalla la proporción en que se mezclan los compuestos. Dicha relación se llama **concentración**.

La concentración es la cantidad de soluto que hay en cierta cantidad de disolución o de disolvente, y puede expresarse en función de la masa o el volumen de éstos. Cuanto más soluto esté disuelto en cierta cantidad de disolvente, más concentrada será la disolución (**figura 1.47**). Hay muchas formas de expresar la concentración, las más usuales son los porcentajes, que se emplean en los laboratorios, pero también en la vida cotidiana.

A continuación se definen algunas formas de expresar la concentración.

Porcentaje en masa (% m/m): se expresa el porcentaje de la masa de soluto respecto a la masa total de mezcla.

Porcentaje en volumen (% v/v): se utiliza por ejemplo cuando la disolución consiste en un líquido disuelto en otro, o bien, un gas en otro. En este caso, se relaciona el volumen de soluto con el volumen total de disolución (**figura 1.48**). Los gases se deben trabajar a temperatura ambiente y presión atmosférica normal.

Porcentaje en masa-volumen (% m/v): se expresa el porcentaje de la masa de soluto respecto al volumen total de mezcla.



Figura 1.48 El contenido de alcohol, expresado en porcentaje en volumen, debe mencionarse en las etiquetas de las bebidas alcohólicas.

Figura 1.47 En algunas ocasiones, es posible distinguir a simple vista que dos disoluciones tienen concentraciones diferentes. Por ejemplo, en las disoluciones coloridas, a mayor concentración, el color será más intenso.

Partes por millón (ppm): se utiliza cuando la concentración es muy pequeña. Significa cuántas partes hay de soluto por cada millón de partes de disolución (**figura 1.49**). Más adelante estudiarás las ventajas de emplear esta manera de medir la concentración.

Porcentaje en masa y en volumen

Para calcular el porcentaje en masa se divide la masa del soluto entre la masa total de disolución y el resultado se multiplica por cien. La expresión matemática para hacerlo es la siguiente:

$$\% \text{ en masa} = \frac{\text{masa de soluto} \times 100}{\text{masa de la disolución}}$$

$$\% \text{ en masa} = \frac{\text{masa de soluto} \times 100}{(\text{masa de soluto} + \text{masa del disolvente})}$$

Por ejemplo, si se quiere calcular el porcentaje en masa de una disolución que contiene 20 g de azúcar en 280 g de agua, se procede de la siguiente manera:

$$\% \text{ en masa} = \frac{20 \text{ g} \times 100}{(20 \text{ g} + 280 \text{ g})}$$

$$\% \text{ en masa} = 6.66\%$$

De manera similar, el porcentaje en volumen de una disolución se obtiene dividiendo el volumen de soluto entre el volumen total de disolución y después se multiplica por cien. La expresión matemática para hacerlo aparece a continuación.

$$\% \text{ en volumen} = \frac{\text{volumen de soluto} \times 100}{\text{volumen de la disolución}}$$

$$\% \text{ en volumen} = \frac{\text{volumen de soluto} \times 100}{(\text{volumen de soluto} + \text{volumen de disolvente})}$$

Por ejemplo, si se hizo una disolución de 40 ml de ácido sulfúrico en 460 ml de agua, ¿cuál es el porcentaje en volumen del ácido?

$$\% \text{ en volumen} = \frac{40 \text{ ml} \times 100}{(40 \text{ ml} + 460 \text{ ml})}$$

$$\% \text{ en volumen} = 8\%$$

Desarrolla tu pensamiento científico

1. Resuelve los siguientes casos. Luego comenta tus resultados con tus compañeros y el profesor.
 - » Para preparar 200 ml de una disolución acuosa de cloruro de sodio al 12.5% m/v, ¿cuántos gramos de cloruro de sodio se necesitan disolver en cuántos mililitros de agua?
 - » En su etiqueta, un perfume dice que contiene 10 ml de extracto de violetas, ¿cuál es el porcentaje en volumen de dicho soluto si el volumen del frasco es de 200 ml?



Figura 1.49 Los microbiólogos registran las toxinas producidas por hongos en partes por millón (ppm).

Para saber más

En ayunas, la concentración normal de glucosa en sangre es de 60 a 110 mg/dl (miligramos por decilitro). En las personas diabéticas esta concentración es mayor, pues la glucosa no pasa de la sangre a las células por problemas con la hormona insulina, lo cual puede ocasionar la muerte del enfermo si no controla la forma en que se alimenta y su medicación.

2. Lee el siguiente texto y contesta las preguntas.

El 29 de enero de 2013, el jefe de gobierno del Distrito Federal anunció que el programa Mala Copa regresaría a la ciudad. Entre los objetivos del programa se encuentra verificar que el alcohol no esté adulterado, que su origen no sea de contrabando y que el inmueble donde se vende cuente con espacios libres de humo, entre otras cosas.

- » ¿Te parece adecuada la implementación del programa? ¿Por qué?
- » ¿Cómo sabemos si una bebida alcohólica está adulterada con agua?
- » ¿Cuál es el volumen de alcohol en sangre que pone en riesgo la vida? Investígalo en libros, internet o en un centro de salud.

Propiedades de las disoluciones químicas

Los componentes de las mezclas mantienen sus propiedades. Por ejemplo, en el caso de una disolución acuosa de hidróxido de sodio, el agua sigue teniendo sus características propias y el hidróxido de sodio también, y eso se toma en cuenta para su separación.

Sin embargo, las propiedades físicas de una disolución acuosa de hidróxido de sodio al 50% m/m sí varían respecto a otra al 25% m/m (figura 1.50), pues esta última se encuentra más diluida. Esto significa que las propiedades físicas de las disoluciones dependen de su concentración.

Algunas de las propiedades físicas y químicas de las disoluciones están en función de la naturaleza del soluto (color, sabor, densidad, viscosidad, etcétera); otras dependen del disolvente, aunque son susceptibles de ser modificadas por el soluto (tensión superficial, índice de refracción, viscosidad, etcétera); y otras más, las llamadas **coligativas**, sólo dependen de la concentración del soluto y no de la naturaleza de sus moléculas, estas últimas no tienen ninguna relación ni con el tamaño ni con alguna otra propiedad de los solutos.



Figura 1.50 Ciertas disoluciones de hidróxido de sodio, como la sosa cáustica, se ocupan para destapar cañerías. Estas mezclas son corrosivas y para emplearlas se deben tomar medidas de seguridad, como usar guantes.

Para saber más

No todas las investigaciones tienen fines comerciales o puramente científicos. Muchos especialistas trabajan con fines humanitarios, sin obtener ganancias económicas.

En 1994 se reunieron investigadores de varios países para desarrollar una disolución de glucosa, cloruro de potasio, cloruro de sodio, citrato de sodio y agua que pudiera ser bebida por los enfermos de cólera en Ruanda, para que no murieran por la deshidratación causada por la intensa diarrea característica de esa enfermedad.

En México se creó un suero oral en polvo con características semejantes, el cual es distribuido por la Secretaría de Salud entre la población para prevenir la deshidratación por vómito y diarrea (figura 1.51).



Figura 1.51 El suero oral es una mezcla de sustancias (electrólitos) en determinadas proporciones, que se disuelve en agua para preparar una bebida que se ingiere a sorbos para tratar la deshidratación.

Entre las propiedades coligativas de las disoluciones se encuentran el aumento del punto de ebullición y la disminución del punto de congelación, respecto a los del disolvente puro. Esta variación del rango de temperaturas, que corresponde al estado líquido, fue descrita por el físico-químico François Marie Raoult (1830-1901), quien estableció que las variaciones observadas en los puntos de ebullición y de congelación de una disolución eran directamente proporcionales al cociente entre el número de moléculas del soluto y el número de moléculas del disolvente.

Integramos

En esta lección aprendiste que las mezclas tienen una gran cantidad de aplicaciones y que la variación de sus concentraciones modifica sus propiedades. Muchos de los adelantos desarrollados en los laboratorios para tratar de satisfacer las necesidades sociales que imperan en la actualidad son precisamente mezclas.

Además de las investigaciones llevadas a cabo en los laboratorios del mundo, son necesarias más mentes emprendedoras que se comprometan con la sociedad en que viven, como en el ejemplo que presentamos a continuación.

Desarrolla tu pensamiento científico

1. Lee la situación y contesta las preguntas. Comenta tus respuestas con otros compañeros y el profesor.

Empresa mexicana nominada a los premios Katerva a la sustentabilidad

“¡Échale a tu casa” es un proyecto de autoconstrucción asistida que promueve el desarrollo sustentable de las comunidades mediante la producción de vivienda social. La idea es de Francesco Piazzesi, y es la primera vez que un proyecto mexicano ha sido seleccionado como finalista para el premio Katerva.

Katerva es una red global conformada por líderes de organizaciones no gubernamentales, académicos, instituciones, políticos y activistas de muchos países, que reconoce las mejores ideas del planeta y diagnostica, evalúa y califica el desempeño relativo a la **sustentabilidad** y aborda retos complejos relacionados con la innovación social.

Gracias a este proyecto, miles de personas de bajos recursos tienen una casa propia que, además de verde y sustentable, al estar construida con adoblock (un bloque de tierra, cemento, cal o arena), es **ecotérmica** y tiene **biodigestores** y un sistema de captación de lluvia.

Adaptado de: <http://www.pymempresario.com/2013/01/empresa-mexicana-nominada-al-nobel-de-la-sustentabilidad/> (Consulta: 21 de enero de 2013).

- » ¿Cómo se relaciona la información que leíste con el tema de las mezclas?
- » ¿Por qué el proyecto es sustentable?
- » ¿Qué se necesita para ser beneficiario del proyecto?
- » ¿Estás de acuerdo con que existan este tipo de proyectos en México? ¿Por qué?

2. Con base en lo que aprendiste en esta lección, publica en alguna red social una noticia, como la que acabas de leer en la situación anterior, o un comentario que sea de interés para tus contactos, y pregúntales su opinión al respecto. Otra opción es que recabes la información oralmente.

Sustentabilidad. Manejo eficiente y racional de los recursos naturales, para aprovecharlos sin comprometer la calidad de vida de las generaciones futuras.

Ecotérmico. Calidad de un material, o de una construcción, que brinda un aislamiento térmico natural y que, por ende, evita el uso de dispositivos de calefacción y refrigeración.

Biodigestor. Contenedor cerrado en el que se depositan materiales orgánicos para que se fermenten. Los productos que se obtienen son gas metano, que se usa como combustible, y algunos fertilizantes orgánicos.

Lección 4 Métodos de separación de mezclas con base en las propiedades físicas de sus componentes

APRENDIZAJE ESPERADO. Deduce métodos de separación de mezclas con base en las propiedades físicas de sus componentes.

Comenzamos

Supón que tienes varias mezclas: agua con sal; arroz con ejotes; agua, aceite y alcohol; lentejas en su caldo; y aserrín con tuercas de hierro o níquel.

1. Responde en tu cuaderno.
 - » ¿Qué harías para separar los componentes de cada mezcla?
 - » ¿El procedimiento sería el mismo para todos los casos? ¿Por qué?
2. Comenta tus respuestas con tus compañeros y el profesor.

Aprendemos



Figura 1.52 La sopa de verduras es una mezcla heterogénea, ¿cómo separarías sus componentes?

En la naturaleza es muy raro hallar sustancias en estado puro; la mayoría se encuentra en mezclas homogéneas o heterogéneas. Aunque las propiedades de las mezclas sean diferentes a las de sus componentes, éstos no reaccionan químicamente. Ésa es una de las características principales de las mezclas. Así, cuando una mezcla se separa en sus componentes, éstos conservan sus características originales, es decir, no modifican sus propiedades individuales.

Existen diferentes métodos para separar los componentes de una mezcla, los cuales dependen de las características de estos últimos (figura 1.52). No obstante, ¿para qué separarlos? Pues para reconocerlos, para determinar sus propiedades por separado, para aprovecharlos como materia prima en la elaboración de otros productos, etcétera.

Los métodos de separación de mezclas tienen una amplia gama de aplicaciones en el hogar, la industria, los análisis clínicos, las investigaciones policíacas, etcétera (figura 1.53).

Métodos de separación de mezclas



Figura 1.53 La orina y la sangre son mezclas. Para su análisis es necesario separar sus componentes.

Es posible separar los componentes de una mezcla por medios físicos o mecánicos. La elección de una o varias técnicas de separación dependerá de las características particulares de la mezcla, de su composición, de las propiedades físicas de sus componentes (por ejemplo, su tamaño de partícula, su densidad, su punto de ebullición, etcétera) y de las diferencias entre estas últimas. Estos métodos se emplean para separar líquidos de líquidos, sólidos de gases, líquidos de gases, sólidos de sólidos y sólidos de líquidos.

A continuación se mencionan algunos ejemplos de métodos de separación.

El cribado o tamizaje es el método mecánico mediante el cual se separan partículas sólidas de diferentes tamaños. Para esto, se usa una malla metálica llamada "criba" o "tamiz", la cual tiene agujeros de cierto tamaño y se emplea de acuerdo con lo que se desee separar (figura 1.54); una criba deja pasar las partículas que son más pequeñas que sus agujeros y retiene las que son más grandes. Las cribas se pueden usar de forma combinada.



Figura 1.54 El método de cribado o tamizaje se emplea con frecuencia en la cocina, para separar los grumos grandes de harina.

Para separar una mezcla compuesta por una sustancia sólida y un líquido en el que es insoluble es posible emplear la decantación. Primero se deja reposar la mezcla, para que las partículas de mayor tamaño sedimenten; después se vierte el líquido (sobrenadante) en otro recipiente. Debe tenerse cuidado de que en este proceso los componentes no se vuelvan a mezclar.

La decantación también sirve para separar mezclas formadas por dos líquidos no miscibles que, como el agua y el aceite, tienen diferentes densidades. En este caso, se puede emplear un embudo de separación o embudo de decantación, el cual tiene una llave para controlar la salida de los componentes una vez que se han separado después de un tiempo de reposo (figura 1.55). Este método de separación de mezclas es muy importante para el tratamiento de aguas residuales, para la potabilización del agua y para separar el petróleo del agua de mar.

Miscible. Término que se emplea para nombrar una sustancia que es capaz de mezclarse con otra.

Se conoce como filtración al método usado para separar una mezcla heterogénea formada por un líquido y un sólido de partículas muy finas. Para ello, se emplea un filtro cuyo tamaño de poro sea menor que el de las partículas sólidas por separar, de manera que las detenga y sólo deje pasar el líquido, el cual se recupera en un recipiente (figura 1.56). Este método también tiene aplicaciones en el tratamiento de aguas residuales, en la purificación de tintes, en la recuperación de pigmentos y metales, en el análisis de alimentos y de humos, en el control microbiológico, etcétera.

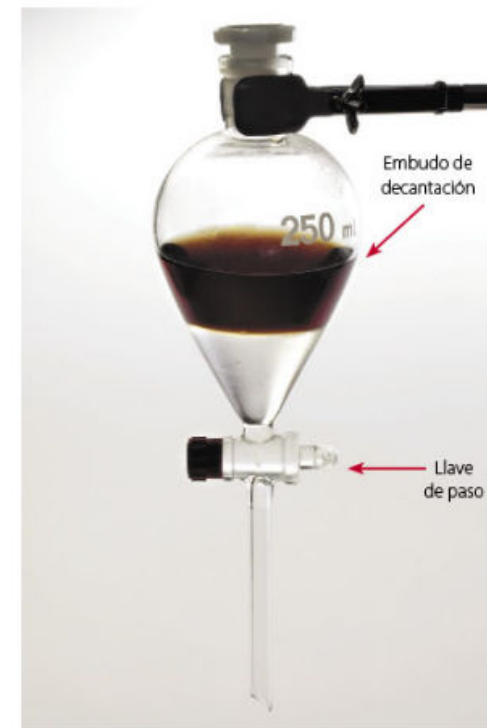


Figura 1.55 En el caso de líquidos inmiscibles, se usa el embudo de decantación. El líquido más denso ocupa la parte de abajo y el menos denso queda arriba.



Figura 1.56 En las filtraciones es posible usar materiales porosos, como papel filtro, tela, cerámica o plástico, según el tamaño de las partículas.



Figura 1.57 Planta destiladora de whisky.

del aire, se ocupan en la industria electrónica. El ácido láctico se usa como acidulante y conservador en la industria alimentaria, y como disolvente orgánico. El etileno, un gas incoloro y muy explosivo que se obtiene como producto de la industria petroquímica, tiene varios usos.

Entre las industrias en las que se aplica la destilación se encuentra la de la producción de bebidas alcohólicas (cuyos principales componentes son el alcohol y el agua). De estas bebidas hay dos grandes tipos: las fermentadas (cerveza, sidra, vino) y las destiladas (*whisky*, *vodka*, *tequila*, *brandy*). A estas últimas se les considera aguardientes o licores, tienen una mayor concentración de alcohol que las bebidas fermentadas, a causa de la destilación, y se obtienen a partir de diversos jugos o líquidos fermentados (figura 1.57).

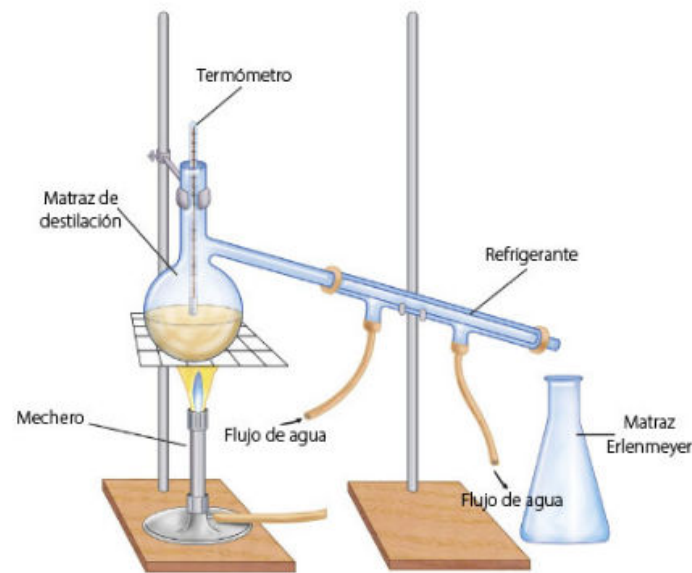


Figura 1.58 Equipo de destilación que se emplea en los laboratorios.

en un recipiente. Al llegar a la temperatura de ebullición del agua, se cambia el recipiente para recoger el líquido condensado por el refrigerante.

Uno de los procesos físicos más antiguos para separar dos líquidos miscibles, como el alcohol y el agua, se llama **destilación**. Este método se basa en las diferencias entre los puntos de ebullición de los componentes de la mezcla, es decir, las temperaturas en las que dichos líquidos hierven. Además de utilizarse para la separación de dos o más líquidos, la destilación sirve también para separar un líquido de un sólido, como la sal; el requisito es que los componentes no sufran ninguna transformación química con el calor y que el sólido esté disuelto en el líquido.

La destilación es uno de los procesos de separación más utilizados. Se emplea para obtener alcoholes, aceites, etileno, ácido láctico, oxígeno y nitrógeno puros, etcétera. Estos dos últimos, obtenidos a partir de la destilación

Para producir las bebidas destiladas, se calientan los jugos o líquidos fermentados a una temperatura superior a los 78 °C (punto de ebullición del etanol), pero sin alcanzar los 100 °C (punto de ebullición del agua); el alcohol se vaporizará, se separará del líquido original, se condensará y se recolectará, para obtener un líquido de mayor fuerza alcohólica que el original.

En la figura 1.58 se observa que la destilación requiere de cierto equipo, el cual contiene un aditamento llamado **refrigerante**, que sirve para que el vapor se enfríe y se condense. Al calentar la mezcla es necesario comprobar la temperatura con un termómetro. Como el alcohol tiene menor punto de ebullición que el agua, será el primer componente que se separará de la mezcla. Sus vapores llegarán al refrigerante y se condensarán. De esta manera, el alcohol líquido se recoge

Para separar una mezcla de sólidos en la que uno de sus componentes es un material metálico (ferroso o que tenga propiedades magnéticas), se emplea el **método de separación magnética**, que consiste en atraer el componente metálico con un imán (figura 1.59). Se utiliza en la industria metalúrgica, en algunos deshuesaderos y en lugares donde se separa chatarra.



Figura 1.59 Además de metales ferrosos, mediante la magnetización es posible separar níquel y cobalto de otros materiales.

Por último, la **cromatografía** es un método que sirve para separar, detectar y determinar en qué cantidad se encuentran los componentes de una mezcla homogénea, que se disuelven en un líquido o en un gas. La cromatografía se basa en la diferencia de velocidad a la que se distribuyen los solutos en una fase denominada "estacionaria", mientras son arrastrados por una fase llamada "móvil", en la que se disuelven dichos solutos. La mezcla que se desea separar o analizar puede colocarse en cualquiera de las dos fases.

En la **cromatografía en columna**, la fase estacionaria está constituida por un sólido que se empaqueta en una columna, normalmente de vidrio, llena de un material poroso. La mezcla con los componentes que se separarán se añade a la fase móvil por la parte superior de la columna. El disolvente pasa a través de la columna y los componentes menos solubles se quedan adheridos a la fase estacionaria; en cambio, los más solubles siguen su paso por ella.

Existen variantes de este método, entre ellas, la cromatografía en papel y en columna. La **cromatografía en papel** es un proceso muy utilizado en los laboratorios para hacer análisis cualitativos. El disolvente se mueve sobre hojas o tiras de papel filtro (fase estacionaria). Se toma una pieza de papel filtro y cerca de uno de sus extremos se deposita una gota de la solución con las sustancias que se quieren separar. Al secarse la gota y quedar la mancha de la mezcla de sustancias, el extremo del papel más próximo a la mancha se introduce en un disolvente apropiado (fase móvil), sin que este último alcance a tocar la mancha (figura 1.60).

A medida que el papel absorbe el disolvente, los distintos componentes de la mezcla se separan, ya que interaccionan de manera diferente con el papel filtro y con el disolvente y se desplazan a diferentes velocidades. Se puede decir que la fase móvil intenta que los componentes de la mezcla abandonen la fase estacionaria, mientras que esta última busca retardar su movimiento, todo de manera selectiva.

Como ves, la movilidad de los componentes depende de la afinidad química o de las propiedades similares entre éstos y las fases del sistema. Si el componente es afín a la fase móvil, tendrá gran movilidad; lo contrario sucede si la afinidad es mayor con la fase estacionaria.



Figura 1.60 Cromatografía en papel de una muestra de tinta negra.

Para saber más

La palabra **cromatografía** significa "registro o escritura de color". Este método fue creado por el botánico ruso Michael Tswett en 1906, para separar compuestos coloreados. Tswett llevó a cabo la extracción de una mezcla de pigmentos de hojas verdes utilizando éter de petróleo, y descubrió que era capaz de separar los pigmentos al hacer pasar el extracto a través de un tubo de vidrio lleno de carbonato de calcio (gis).



Figura 1.61 Mediante técnicas de separación de mezclas es posible resolver un crimen, analizando muestras de sospechosos.

Este método es de gran importancia para detectar y cuantificar sacarina, benzoatos, cafeína y aspartame en refrescos, y para determinar la cantidad de vitamina D en la leche en polvo y los cereales. Asimismo, se emplea para caracterizar los aceites esenciales y los aromas empleados en saborizantes, aromatizantes, licores, perfumes, artículos de aseo y productos farmacéuticos.

En la química, en especial en la forense, la cromatografía, como la de gases o la de líquidos, se emplea para determinar y cuantificar el alcohol en la sangre y para encontrar trazas de drogas, como cocaína, anfetaminas y heroína (figura 1.61).

Aproximación al conocimiento científico

Como ya aprendiste, hay diferentes métodos para separar mezclas. Éstos se basan en el tipo de mezcla y en las propiedades físicas de sus componentes.

Material: ¿qué necesitamos?

Tres vasos transparentes, tierra para macetas, arena, ½ vaso de semillas de maíz, un recipiente con agua, un puño de lentejas, diez clavos pequeños, diez piedras pequeñas, un imán.

Desarrollo: ¿qué hacemos?

- En equipo, preparen las siguientes mezclas:
 - Tierra con agua
 - Semillas de maíz, lentejas y arena
 - Clavos, tierra, piedras y agua
- Completen en su cuaderno un cuadro como el siguiente. Analicen los componentes de las mezclas y anoten las propiedades que observan en ellos, por ejemplo, color, solubilidad en agua y magnetismo.
- Revisen la información que tienen respecto a los métodos de separación de mezclas y determinen cuál emplearían para separar las mezclas A, B y C.
- Escriban el procedimiento que llevarán a cabo para separar cada mezcla, indiquen el material que requerirán, reúnanlo y hagan las separaciones.
- Analicen las sustancias obtenidas y comparen sus propiedades con las que escribieron en el cuadro.

Registro de observaciones de las mezclas

Mezcla	Componentes	Propiedades
A	Tierra + agua	
B		
C		

Análisis de resultados: ¿qué concluimos?

- Comenten los resultados con sus compañeros y el profesor. Respondan en su cuaderno.
 - ¿Qué propiedades de las sustancias aprovecharon para decidir el tipo de método de separación que emplearían en cada caso?
 - ¿Qué otros métodos emplearían? ¿Por qué?

- Analicen las siguientes situaciones y anoten en el cuaderno sus respuestas. Compartan sus conclusiones con el grupo.
 - Si estuvieran en una zona desértica y sólo hubiera un charco con agua lodosa, ¿qué métodos de los que conocen emplearían para obtener agua para beber en las mejores condiciones posibles? ¿Por qué?
 - Si tuvieran maíz y lentejas en grandes cantidades en un contenedor, ¿qué harían para separarlos?

Integramos

Conocer los diferentes métodos de separación de las mezclas nos posibilita resolver problemas cotidianos y comprender su importancia para el funcionamiento de muchas industrias, por ejemplo, la del petróleo, en la que se obtienen combustibles, lubricantes y materia prima para elaborar diferentes artículos.

Desarrolla tu pensamiento científico

- Regresa nuevamente a la sección "Comenzamos" y revisa las preguntas, vuelve a contestarlas con lo que aprendiste en esta lección; ten en cuenta las propiedades de los componentes de las mezclas, y verifica si tu conocimiento cambió.
- Responde con un compañero las siguientes preguntas. Comenten las respuestas con el grupo.
 - ¿Qué métodos de separación se usan en su casa?
 - ¿En qué órganos del cuerpo humano se llevan a cabo separaciones de mezclas? Si es necesario, revisa textos de biología y comenta la pregunta con algún profesor de esa materia.
- Reúnete en equipo para investigar los siguientes métodos de separación de mezclas y explicar cuáles son sus aplicaciones.
 - Cristalización
 - Extracción con disolventes
 - Centrifugación
 - Sublimación
- Diseñen un experimento para determinar si la tinta negra de un bolígrafo es una mezcla.
 - Anoten qué métodos de separación de mezclas utilizarán, qué materiales necesitarán y cómo lo harán.
 - Muestren a su profesor lo que piensan hacer para que los supervise en todo momento. Consigan los materiales necesarios y lleven a cabo su experimento.
 - Al finalizar, hagan el análisis de resultados y lleguen a una conclusión.
- Analiza la figura 1.62 y explica qué método de separación se muestra, para qué se utiliza y cómo funciona.
- Escribe una historia de suspenso en la que los métodos de separación de mezclas tengan un papel preponderante para resolver una situación.

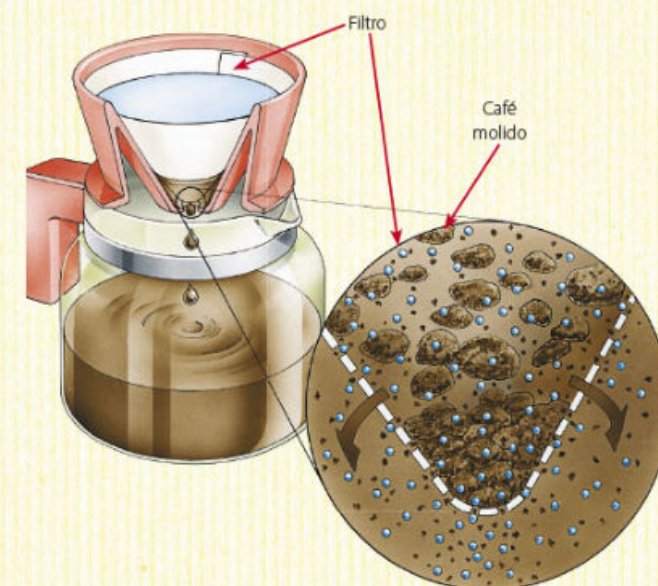


Figura 1.62 Funcionamiento de una cafetera eléctrica.

¿Cómo saber si la muestra de una mezcla está más contaminada que otra?

Lección 5 Toma de decisiones relacionada con: Contaminación de una mezcla. Concentración y efectos

APRENDIZAJES ESPERADOS. Identifica que los componentes de una mezcla pueden ser contaminantes aunque no sean perceptibles a simple vista. Identifica la funcionalidad de expresar la concentración de una mezcla en unidades de porcentaje (%) o en partes por millón (ppm). Identifica que las diferentes concentraciones de un contaminante, en una mezcla, tienen distintos efectos en la salud y en el ambiente, con el fin de tomar decisiones informadas.

Comenzamos

Es probable que en tu casa se haya presentado alguna vez una interrupción de energía eléctrica durante varias horas o días, y que por esa razón los alimentos que tenías en el refrigerador se descompusieran. También es posible que cierto día, por distracción, hayas olvidado meter al refrigerador algunos alimentos, como la leche o la carne (figura 1.63).

1. Lee estas preguntas y reflexiona en torno a ellas.

- » ¿Por qué huelen tan mal los alimentos descompuestos? Y si los comemos, ¿por qué nos enfermamos?
- » ¿Qué tipos de contaminantes deterioran los alimentos?
- » Para ti, ¿qué es un contaminante?

Escribe tus respuestas en el cuaderno y coméntalas con tus compañeros y profesor.

Aprendemos



Figura 1.63 La carne contaminada con microorganismos cambia su consistencia y su color, que de rojo pasa a tonalidades verdes, pardas o grises. Además se detecta el **husmo**, un olor "agrio".

Husmo. Olor que despiden las carnes que empiezan a descomponerse.

Agua potable. Agua apta para consumo humano. Según la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, esta agua no contiene contaminantes objetables, ya sean sustancias químicas o agentes infecciosos, y no causa efectos nocivos en la salud.

GLOSARIO



Figura 1.64 Para que el agua sea potable, se somete a procesos de purificación.

En la actualidad, es común que tú y tus compañeros adquieran **agua potable** embotellada. Antes de beberla, es importante que tengan en cuenta que debe cumplir ciertas características o propiedades: ser incolora, insípida e inodora. Si presenta color, turbidez o algún sabor u olor, esta supuesta agua potable no está en condiciones de ser consumida (figura 1.64). No obstante, hay ciertos contaminantes que, aunque no los

percibias a simple vista, hacen que el agua deje de ser potable, y pueden o no tener efectos sobre la salud.

Así como la naturaleza y las concentraciones de los componentes de una mezcla influyen en sus características físicas y químicas, los contaminantes, que pueden ser químicos, físicos o biológicos, también modifican las propiedades de los materiales con los que interactúan o en que se encuentran; en función de su tipo y su concentración, su presencia llega a dañar la salud de los seres vivos o la integridad de sus bienes.

Para evitar que las mezclas que se elaboran para producir medicamentos, alimentos, cosméticos, adhesivos, materiales de construcción, etcétera, se contaminen, deben cumplirse las **normas** o reglas establecidas para su elaboración.

En ocasiones, los contaminantes son muy pequeños (por ejemplo, los microorganismos) o están en concentraciones muy bajas (como el plomo u otros metales), pero no por eso se deben ignorar.

La concentración de los contaminantes es importante, pero también sus características particulares. Por eso es esencial estudiar el efecto de diferentes sustancias o microorganismos en los seres humanos y el medio ambiente, así como verificar la correcta formulación de los productos y el cumplimiento de diversas normas para evitar daños en la salud y el entorno. La contaminación se presenta en distintos ámbitos de la vida cotidiana y en los diferentes procesos industriales.

En la tercera lección conociste varios métodos para calcular la concentración de una disolución, y aprendiste a determinar el porcentaje en masa y en volumen. Bueno, pues es posible que las sustancias se encuentren en cantidades muy pequeñas, como sucede con muchos contaminantes, y para medir su concentración se utilizan las **partes por millón (ppm)** en lugar de los porcentajes, empleados para sustancias en mayor concentración.

En el caso de las disoluciones acuosas, una ppm equivale a un miligramo de soluto por litro de disolución. Su equivalente es un microgramo de soluto por mililitro de disolución:

$$1 \text{ ppm} = \frac{1 \text{ mg}}{1 \text{ l}} = \frac{1 \text{ } \mu\text{g}}{1 \text{ ml}}$$

Para que comprendas mejor la relación entre ppm en %, imagina las siguientes situaciones hipotéticas.

1. Vas a una fiesta y dividen el pastel en 100 porciones. Si tomas un pedazo del pastel, tienes una parte de un total de 100; es decir, 1%. Te toca una muy buena rebanada y te sientes satisfecho (figura 1.66).
2. Para romper un récord, un grupo de tu localidad hace el pastel más grande del mundo. Al final, lo dividen en 1 000 000 de rebanadas y las reparten entre mucha gente. Si te dan una rebanada del total del pastel, tendrás una porción de 1 000 000 (tal como 1 ppm es una parte de un millón de partes). La rebanada es muy pequeña y delgada, pero al final lo que importa es participar en el evento.
3. Si la organizadora del evento anterior ha formado un equipo de 100 personas para que le ayuden a repartir el pastel, y a todas les da el mismo número de pedazos para que trabajen igual, a cada una le da 10 000 porciones de pastel.

Ahora apliquemos lo visto en los ejemplos de arriba a una situación real. ¿Sabes por qué a algunas personas les duele la cabeza si permanecen por un tiempo prolongado en un lugar cerrado con una concentración de 3% (v/v) de dióxido de carbono? La respuesta es: porque la concentración de este gas en el aire normalmente es de 380 ppm (v/v), y una concentración de entre 3 y 5% (v/v) de dióxido de carbono provoca dolores de cabeza, un efecto narcótico y un aumento de la frecuencia cardíaca y de la presión sanguínea. Primero que nada, para entender la respuesta, debes poner todas las cantidades en ppm o en porcentaje.



Figura 1.65 La pintura de los juguetes antiguos contenía plomo, por lo que era peligroso que los niños se los introdujeran en la boca.



Figura 1.66 Supón que éste es el pastel cortado en 100 rebanadas, ¿te imaginas el tamaño de cada una de ellas si lo hubieran cortado en 1 000 000?

Para saber más

El plomo, que no se detecta ni con el gusto ni con el olfato, es un elemento químico capaz de provocar envenenamiento por ingestión o inhalación. Dado que se acumula en el cuerpo, la exposición repetitiva a pequeñas cantidades de este elemento conduce a intoxicación. Cuando esto sucede, lo cual todavía es común, se presentan dolores de cabeza y abdominales, anemia, comportamientos agresivos, etcétera. El plomo se encuentra en muchas partes, como en el polvo, en la pintura de casas viejas y en algunos juguetes antiguos (figura 1.65).

Suero fisiológico. Disolución acuosa compatible con el organismo. Está compuesto por agua y cloruro de sodio al 0,9% (0,9 g de cloruro de sodio en 100 mL de disolución). Se emplea como sustituto de la sangre o como vía de aplicación de los medicamentos.

GLICERINA



Figura 1.67 La eficacia de un medicamento depende, en gran medida, de que sus componentes indicados en la etiqueta se encuentren en las cantidades exactas.

Existe una forma sencilla de calcular la equivalencia entre % y ppm que se deduce de la situación hipotética 3.

$$\% = \frac{\text{ppm}}{1\,000\,000} \times 100, \text{ o bien } \% = \frac{\text{ppm}}{10\,000}$$

$$\text{ppm} = \frac{\%}{100} \times 1\,000\,000, \text{ o bien } \text{ppm} = \% \times 10\,000$$

Si aplicas estas fórmulas, sabrás que 380 ppm (v/v) equivalen a 0.038% (v/v); que 3% (v/v) a 30 000 ppm (v/v), y que 5% a 50 000 ppm (v/v). Una vez que unifiques las unidades, entenderás la explicación que te dimos. En este caso, ¿crees que sea más fácil trabajar en % o en ppm?, ¿y si las concentraciones fueran menores?

En la actualidad, una persona respira de manera normal 0.038% (v/v) de dióxido de carbono en el aire. Sin embargo, una exposición repetida a una concentración de 3 a 5% (v/v) es capaz de provocar dolor de cabeza, mientras que una de 7.5% (v/v) le ocasiona respiración acelerada, mareos, falta de aliento y somnolencia, y una de 8 a 15% (v/v) le causa vértigo, vómitos, pérdida de consciencia y hasta la muerte si no se le atiende de inmediato con oxígeno. Como te das cuenta, la barrera entre lo que es un contaminante y lo que no lo es muchas veces la marca su concentración, al igual que es ésta la que indica sus efectos nocivos.

Antes de que se pongan a la venta productos como el **suero fisiológico** u otros medicamentos, se les hacen análisis físicos, químicos y microbiológicos para determinar que tienen las concentraciones adecuadas de solutos y no están contaminados (**figura 1.67**); es decir, se asegura su calidad.

Desarrolla tu pensamiento científico

Investiga en distintas fuentes los problemas que ocasionan el déficit y el exceso de sodio en el cuerpo humano.

- Explica cuál es la máxima concentración de sodio en el agua potable.
- Diseña un experimento para preparar varias soluciones de agua de jamaica, una con una concentración de 10% (v/v), otra con una de 10 ppm (v/v) y una tercera con 1 ppm (v/v).
- Por su concentración, ¿consideras que estas dos últimas siguen siendo agua de jamaica?, ¿por qué?



Figura 1.68 Existen laboratorios en los que se verifica que tanto las materias primas como los productos cumplan con las normas de calidad.

Como la composición de una mezcla determina sus propiedades, es importante elaborarlas con la correcta concentración de sus componentes y evitar, en lo posible, adicionar contaminantes durante el proceso. Esto es muy relevante en la producción de adhesivos, de cosméticos, de materiales de construcción, de pinturas y de barnices, entre otros productos, pero sobre todo en la de medicamentos, alimentos y bebidas (**figura 1.68**).

Aproximación al conocimiento científico

Dos maneras para expresar la concentración son el porcentaje (%) y las partes por millón (ppm). Para que comprendas estos conceptos, elabora esta actividad, en la que manejarás analogías con el fin de hacerlos más comprensibles. Recuerda que una **analogía** es la relación de semejanza entre cosas diferentes.

Material: ¿qué necesitamos?

Tres hojas tamaño carta, 1 compás, 100 semillas de lentejas, plastilina de cualquier color, pintura blanca, un pincel, pegamento, un poco de sal de mesa (cloruro de sodio) y una aguja.

Experimento 1. Analogía de porcentaje

Desarrollo: ¿qué hacemos?

1. Formen equipos de tres personas.
2. Tomen una lenteja, píntenla de color blanco y dejen que seque.
3. Tomen dos hojas y en el centro de cada una de ellas tracen un círculo de 7 cm de radio.
4. Peguen la lenteja blanca en el centro del círculo.
5. Peguen las 99 lentejas restantes dentro del círculo (**figura 1.69**).
6. En la parte superior de la hoja pongan como título: Disolución al 1%.



Figura 1.69 En este modelo se representa la concentración de una mezcla en función del porcentaje.

Análisis de resultados: ¿qué concluimos?

La lenteja blanca representa 1% de una disolución. La lenteja blanca corresponde al soluto y las otras 99 son el disolvente. La disolución está formada por el soluto y el disolvente. Lo que representan en la hoja es una disolución al 1%.

- » Con base en esta experiencia, representen una disolución al 23% en la otra hoja.

Experimento 2. Analogía de partes por millón

Si tuviéramos un millón de lentejas y pintáramos una de blanco, la lenteja blanca representaría 1 ppm; el disolvente sería las otras 999 999 lentejas, y la disolución (con una concentración de 1 ppm) sería el millón de lentejas.

Desarrollo: ¿qué hacemos?

1. Tracen un círculo de 7 cm en el centro de la hoja.
2. Hagan 10 bolitas de plastilina. Distribúyanlas dentro del círculo y péguenlas en la hoja.
3. A una de las bolitas quítenle un pedacito de plastilina con la aguja y con mucho cuidado coloquen un cristal de sal en el espacio formado (**figura 1.70**). ¿Qué representan cada canica de plastilina y el cristal de sal?



Figura 1.70 Representación del concepto partes por millón (ppm), como una forma de expresar la concentración.

Análisis de resultados: ¿qué concluimos?

Cada bolita de plastilina (el disolvente) representa 100 000 partes. Al principio tenían 10 bolitas; es decir, un millón de partes. Al quitar una pequeñísima porción de plastilina, se convirtieron en 999 999 partes. Al agregar el cristal de sal (el soluto), volvió a ser un millón de partes. Como el cristal de sal representa una parte de ese millón de partes, la "disolución" tiene entonces una concentración de una parte por millón (1 ppm).

- » ¿Cómo representarían una disolución de carbonato de calcio al 30% de acuerdo con su modelo?, ¿y una con una concentración de 30 ppm?

Desarrolla tu pensamiento científico

1. Con un compañero lee el texto y contesten las preguntas.

En julio de 2012, el biofísico León David Islas Suárez dio a conocer que, junto con otros científicos de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), estaba desarrollando un **biosensor** para detectar sustancias irritantes, que también podría ser utilizado para detectar alimentos contaminados con bacterias patógenas.

Islas Suárez genera quimeras de canales iónicos y proteínas fluorescentes para detectar sustancias nocivas en alimentos, en el ambiente y en el aire que respiramos. Las **quimeras**, cuyo nombre proviene del ser mitológico compuesto por partes de otros animales, son producto de la unión de segmentos de diferentes **genomas**. Islas Suárez ha creado quimeras del receptor de la capsaicina o TRPV1, que se encuentra en neuronas sensoriales y produce la sensación de picor, así como de otros canales emparentados, como el TRPA1, que se activa con sustancias que contiene el esmoq.

- » ¿Cómo se relaciona el texto con el tema que se está estudiando?
- » ¿Cuáles serían algunas de las aplicaciones del biosensor?
- » ¿A qué necesidades sociales tratan de dar satisfacción los científicos de la UNAM?
- » ¿Consideran que deberían recurrir a la comunidad científica internacional para terminar el proyecto?, ¿por qué?

2. Investiguen qué tipos de bacterias contaminan la comida. Incluyan las que producen la toxina botulínica y las ptomainas.

- Elaboren un reporte en el que escriban los resultados de su investigación.

Biosensor. Instrumento que mide parámetros biológicos o químicos. Un ejemplo común es el detector de glucosa en sangre.

Ptomafnas. Sustancias nitrogenadas producidas por las bacterias causantes de la putrefacción.

Contaminantes del aire

Todos los días respiras aire, éste entra a tus pulmones para que tus células asimilen el oxígeno que contiene. Sin embargo, ¿sabes cuál es la calidad del aire?

El aire puro es una mezcla homogénea de gases que se encuentran en diferentes proporciones, como se muestra en el **cuadro 1.6**.

Gas	Cantidad
nitrógeno (N ₂)	78%
oxígeno (O ₂)	21%
dióxido de carbono (CO ₂)	0.04%
argón (Ar)	0.93%
otros: helio, neón, hidrógeno, metano, entre otros (He, Ne, H ₂ , CH ₄)	0.03%

El **Índice Metropolitano de la Calidad del Aire (Imeca)** es un indicador de la calidad del aire en las grandes ciudades de nuestro país. Todos los días, diversos medios de información proporcionan datos referentes a los principales contaminantes del aire: ozono (O₃), partículas menores a 10 micrómetros (PM₁₀), partículas menores a 2.5 micrómetros (PM_{2.5}), dióxido de azufre (SO₂), dióxido de nitrógeno (NO₂) y monóxido de carbono (CO). Las cantidades máximas admisibles de estos gases en el aire están establecidas en la **Norma Ambiental NADF-009-AIRE-2006**, en la cual están incluidos los algoritmos para el cálculo del Imeca. Consulta estos valores en el **cuadro 1.7** de la siguiente página.

Por ejemplo, un Imeca mayor que 200 para el dióxido de azufre nos indica que su concentración en el aire es de más de 0.260 ppm. Este valor, de acuerdo con el **cuadro 1.8**, también de la página siguiente, nos muestra que la condición ambiental, al menos con respecto a este contaminante, es extremadamente mala.

Cuadro 1.7 Relación entre la concentración de los principales contaminantes del aire y el Índice Metropolitano de la Calidad del Aire (Imeca)

Partículas menores a 10 micrómetros (PM ₁₀)		
Código de color	Intervalo Imeca	Concentración en µg/m ³
	0-50	0-60
	51-100	61-120
	101-150	121-220
	151-200	221-320
	>200	>320
Partículas menores a 2.5 micrómetros (PM _{2.5})		
Código de color	Intervalo Imeca	Concentración en µg/m ³
	0-50	0-15.4
	51-100	15.5-40.4
	101-150	40.5-65.4
	151-200	65.5-150.4
	>200	>150.4
Ozono (O ₃)		
Código de color	Intervalo Imeca	Concentración en ppm
	0-50	0-0.055
	51-100	0.056-0.110
	101-150	0.111-0.165
	151-200	0.166-0.220
	>200	>0.220
Dióxido de nitrógeno (NO ₂)		
Código de color	Intervalo Imeca	Concentración en ppm
	0-50	0-0.105
	51-100	0.106-0.210
	101-150	0.211-0.315
	151-200	0.316-0.420
	>200	>0.420
Dióxido de azufre (SO ₂)		
Código de color	Intervalo Imeca	Concentración en ppm
	0-50	0-0.065
	51-100	0.066-0.130
	101-150	0.131-0.195
	151-200	0.196-0.260
	>200	>0.260
Monóxido de carbono (CO)		
Código de color	Intervalo Imeca	Concentración en ppm
	0-50	0-5.50
	51-100	5.51-11.00
	101-150	11.01-16.50
	151-200	16.51-22
	>200	>22

Los contaminantes del aire tienen efectos nocivos en la salud de los seres vivos, sobre todo, en la medida en que aumenta su concentración. Con base en esto, se estableció una escala que clasifica la condición del aire en varias categorías, de buena a extremadamente mala.

Lee en el **cuadro 1.8** los efectos sobre la salud de los contaminantes atmosféricos, de acuerdo con el Imeca.

Imeca	Condición	Efectos en la salud
0-50	buena	Puedes llevar a cabo actividades al aire libre.
51-100	regular	Puedes llevar a cabo actividades al aire libre. Posibles molestias en personas con enfermedades respiratorias o cardiovasculares, niños y adultos mayores.
101-150	mala	Evita las actividades al aire libre. Posibles efectos adversos en la salud, en personas con enfermedades respiratorias o cardiovasculares, niños y adultos mayores.
151-200	muy mala	Evita salir de casa. Mantén ventanas y puertas cerradas. Evita actividades al aire libre. Acude al médico si presentas complicaciones respiratorias o cardíacas.
mayor de 200	extremadamente mala	Evita salir de casa. Mantén ventanas y puertas cerradas. Evita actividades al aire libre. Sigue las instrucciones del Sistema Nacional de Protección Civil y autoridades de salud. Acude al médico si presentas complicaciones respiratorias o cardíacas.



Visita este sitio para conocer más acerca del Imeca, sus valores, cómo se monitorea y lo que implica que los niveles permisibles se rebasen.

<http://www.redir.mx/SQC-055>.



Te recomendamos consultar en el Boletín de la UNAM-DGCS-446, 19 de julio de 2012: *Construyen en la UNAM Biosensor para detectar sustancias nocivas.* <http://www.redir.mx/SQC-054>.

Desarrolla tu pensamiento científico

1. Selecciona tres contaminantes del **cuadro 1.7** de la página anterior.
 - Busca en internet los valores correspondientes en este día para tu ciudad o para la más cercana a tu localidad. Registra estos datos en tu cuaderno.
 - De acuerdo con el valor, consulta en la misma figura el color que le corresponde según el rango, y determina si es peligroso o no.
 - Indaga los valores de los contaminantes que elegiste para otros tres días. Compáralos y decide cuándo el aire estuvo más contaminado.
 - Comenta con tus compañeros y profesor el resultado de tu investigación.

Además de los contaminantes del aire que se han mencionado, existen otros aún más tóxicos para los seres vivos y los ecosistemas que surgen debido a desastres como incendios forestales y erupciones volcánicas, o a las emisiones producidas por actividades humanas. Tal es el caso del accidente de Bhopal (India), ocurrido la madrugada del 3 de diciembre de 1984, donde una fábrica de pesticidas tuvo una fuga de 42 toneladas de **isocianato de metilo**. Esta sustancia es un líquido volátil extremadamente tóxico que, al tener contacto con otras sustancias, reacciona formando gases. Al incorporarse en el aire, este contaminante causó lesiones graves y la muerte de miles de personas (**figura 1.71**).



Figura 1.71 Escena de Bhopal, tomada el 3 de diciembre de 1984.

Integramos

Las concentraciones de los componentes de una mezcla homogénea determinan sus características. Si uno de ellos aumenta o disminuye su cantidad y queda fuera de los límites permitidos por las normas u otros criterios de calidad, altera las propiedades de la mezcla y ésta debe rechazarse. Muchas veces esos cambios no son perceptibles a simple vista, por eso se emplean instrumentos apropiados.

Conocer las concentraciones de los contaminantes nos posibilita tomar decisiones acerca de los efectos que tienen sobre el medio ambiente y nuestra salud, por tal motivo, en esta lección estudiamos los temas de % y ppm.

Desarrolla tu pensamiento científico

1. Ahora que sabes la importancia de las concentraciones de las mezclas, contesta las siguientes preguntas.
 - » ¿Cuáles son las ventajas de interpretar los valores del Imeca para el cuidado de nuestra salud?, ¿nos recomendarías revisar estos datos en forma cotidiana?, ¿por qué?
 - » ¿Cuál es la concentración del ozono en ppm que rebasa el límite de lo saludablemente recomendado?
 - » ¿En qué momento una sustancia de consumo diario, como la sal, se vuelve tóxica? Da otros ejemplos.
2. Lee el texto y haz lo que se pide.

Hay muchas teorías acerca de la caída del Imperio Romano. Una de ellas hace referencia a una muy extendida contaminación con plomo. En general, la población sufría de saturnismo y gota.

La tecnología griega y la romana dependían mucho del plomo, pero la exposición a este elemento no se limitaba a la plomería (palabra que viene del latín *plumbus*, que significa "plomo") y a la pintura. Era muy común preparar comidas y bebidas alcohólicas en recipientes bordeados con plomo y utilizar este metal en medicinas y hasta como ingrediente de cocina (**figura 1.72**).

El plomo es un metal pesado, altamente dañino para el humano y otros animales, que entre otras cosas ocasiona deterioro mental, ya que altera la transmisión nerviosa y el transporte de oxígeno y calcio, y daña los túbulos renales. Esto último llega a producir en los adultos la enfermedad denominada gota, ya que se retiene ácido úrico.

De las lecturas de la época, parece evidente que la principal fuente de intoxicación fue la contaminación del vino. Todavía se conservan las vasijas en las que se preparaban los mostos. En las recetas se aconsejaba usar ollas hechas de plomo o forradas con dicho metal. Para mantener el color, la suavidad y el bouquet, se recomendaba hervirlo en esos recipientes. Las indicaciones eran muy claras: "el vino debe hervirse a fuego lento en recipientes de plomo, ya que en vasijas de cobre toma mal sabor. Se forma así un azúcar de plomo". Lo que se originaba realmente era acetato de plomo, un potente fungicida. Al reproducir esta receta, se obtiene un líquido que contiene una concentración de plomo que varía de 250 a 1 000 miligramos por litro. Una cucharadita de este líquido tomada diariamente basta para causar una intoxicación crónica por plomo.

Adaptado de Center for Environmental Health Sciences, "La contaminación en la antigua Roma", en *Environmental Toxicology* [en línea], 11 de marzo de 2000, disponible en <http://www.envtox.ucdavis.edu/cehs/TOXINS/SPANISH3/romanpollution.html>, y "El plomo y la caída del imperio romano", en *Revista Creces*, noviembre de 1984, disponible en <http://www.creces.cl/new/index.asp?tc=3&nc=5&art=326> (Consulta: 11 de febrero de 2013).

- » Investiga en diversas fuentes de información qué es el saturnismo, qué lo provoca y cuáles son sus consecuencias.
- » Relaciona el texto con la toxicidad y la frase "la dosis hace al veneno".
- » ¿A cuántas ppm corresponden las concentraciones de plomo que se mencionan en el texto?



Figura 1.72 Antiguamente se utilizaba el plomo para contener alimentos o bebidas, sin saber que este metal es tóxico.

Lección 6 Aportaciones de Lavoisier: la Ley de conservación de la masa

APRENDIZAJES ESPERADOS. Argumenta la importancia del trabajo de Lavoisier al mejorar los mecanismos de investigación (medición de masa en un sistema cerrado) para la comprensión de los fenómenos naturales. Identifica el carácter tentativo del conocimiento científico y las limitaciones producidas por el contexto cultural en el cual se desarrolla.

Comenzamos

En el laboratorio de la escuela, Isidro hizo el siguiente experimento: colocó una cápsula de porcelana en una balanza y registró su masa; luego, puso en ella un trozo de papel y anotó ahora la masa de todo el sistema en su cuaderno. En seguida, Isidro prendió fuego al papel y, cuando éste terminó de quemarse y la cápsula se enfrió, volvió a registrar la masa total.

1. Analiza la situación anterior y responde.

- » ¿Para qué se midió primero la masa de la cápsula de porcelana y luego la de la cápsula con el papel?
 - » ¿Tendrá el papel la misma masa al inicio que después de prenderle fuego?, ¿por qué?
 - » De haberse dado una variación en ésta, ¿de qué manera piensas que haya influido el fuego?
 - » ¿Qué importancia tuvo el hecho de que Isidro midiera la masa del papel antes y después de quemarlo? ¿Qué pasaría si hubiera trabajado con un sistema cerrado?
- Comenta las respuestas con tus compañeros y tu profesor.

Aprendemos

Hace unos 2 600 años, muchos fenómenos que ahora consideramos cotidianos, como la **combustión** del papel (véase el ejemplo de Isidro), llamaron la atención de filósofos egipcios,

mesopotámicos, chinos, griegos y árabes, quienes trataron de explicarlos.

De esa manera surgió la **alquimia**, una **protociencia** o disciplina filosófica vinculada con la **transmutación** de la materia, que incluía nociones de química, física, metalurgia, astrología, medicina, **semiótica**, arte y espiritualismo (figura 1.73).

Los alquimistas basaban sus creencias en la idea de que el universo se componía de cuatro elementos básicos: tierra, fuego, aire y agua, los cuales poseían propiedades espirituales. Además de estudiar cómo transmutar el plomo en oro, buscaban obtener la famosa panacea: un remedio capaz de curar cualquier enfermedad y de prolongar la vida indefinidamente.



Figura 1.73 Las teorías y experimentos de los alquimistas fueron parte importante del desarrollo de la química moderna. En esta obra, el pintor neerlandés Adriaen van Ostade (1610-1685) representó un alquimista en su "laboratorio".

Durante la Edad Media y el Renacimiento, muchos alquimistas buscaron "la piedra filosofal" (sustancia que transmutaría los metales menos valiosos en oro), con la intención de obtener riquezas e inmortalidad, o de transformar su propio espíritu, para lo cual llevaron a cabo un sinnúmero de experimentos en los que mezclaron, destilaron y quemaron una inmensa gama de materiales.

Aunque la combustión y el fuego siempre han atraído la atención de la humanidad, los alquimistas trabajaban principalmente con sólidos y líquidos, pues carecían de instrumentos adecuados para utilizar o estudiar los gases.

Desarrolla tu pensamiento científico

1. Lee la siguiente situación y responde las preguntas.

Cuando haces una fogata, utilizas leña o madera seca. Si te das cuenta de que se está apagando, remueves la madera quemada y el fuego se vuelve a intensificar.

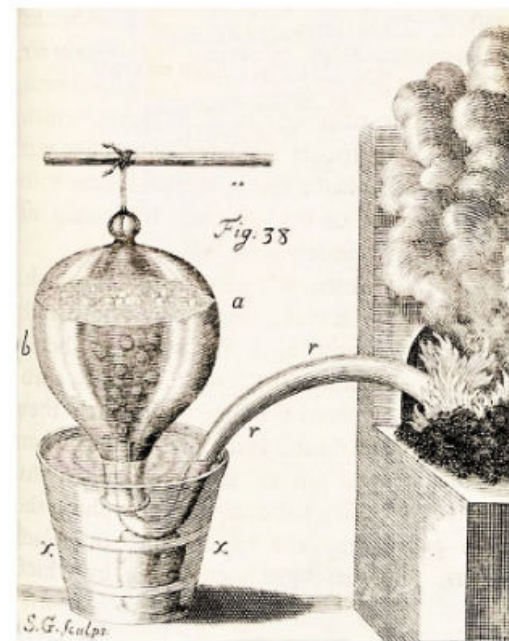
- » ¿Cuál será la causa por la que el fuego se vuelve más intenso, si no le arrojaste más madera seca?
- » ¿Qué sustancia supones que tiene la madera seca que provoca que el fuego se avive?

La teoría del flogisto

En el siglo XVII, poco a poco la alquimia tomó una dirección más orientada hacia la cura de enfermedades y nació así una nueva ciencia: la **química** que, junto con la **física** y las **matemáticas**, ha colaborado a explicar muchos aspectos de la materia y el universo. Esto último es un fin mucho más ambicioso que obtener el deseado oro, sin menospreciar en ningún momento el enorme legado de los **alquimistas**.

El estudio químico de los gases, anteriormente llamados "aires", empezó a adquirir importancia después de que el fisiólogo británico Stephen Hales (1677-1761) desarrollara la cubeta o **cuba neumática** para recoger y medir el volumen de aquéllos liberados en un sistema cerrado; estos gases eran recogidos en el agua, tras ser emitidos al calentar diversos sólidos (figura 1.74). La cuba neumática se convirtió en un mecanismo valioso para estudiar gases no contaminados por el aire ordinario. Así, rápidamente se alcanzó un nuevo nivel de comprensión en el tema.

Durante el siglo XVIII creció el interés de los químicos por descubrir nuevos elementos gaseosos y, por tanto, la **combustión** se volvió uno de los fenómenos más estudiados. A principios de 1700, el químico alemán Georg Ernst Stahl (1660-1734), fiel defensor de las ideas de su maestro, el físico alquimista Johann Joachim Becher (1635-1682), creía que todas las sustancias estaban formadas por agua, aire y tres tipos de "tierra".



conect@mos

Lee más acerca de la alquimia y los alquimistas en estos sitios.

<http://www.redir.mx/SQC-059a>

<http://www.redir.mx/SQC-059b>

Figura 1.74 Dibujo antiguo que muestra el uso de la cubeta neumática. Observa que una parte de los gases emitidos en la combustión se liberan en el agua.

Figura 1.75 El flogisto era una sustancia misteriosa que formaba parte de los cuerpos combustibles. Los alquimistas pensaban que, entre más flogisto tuviera un cuerpo, éste era más combustible.



Según Stahl, una de estas tierras era la que posibilitaba el proceso de la combustión y la denominó "flogística". De acuerdo con lo anterior, los materiales combustibles eran ricos en **flogisto** (del griego *phlogistón*, "inflamable"), el cual se desprendía con los gases durante la combustión (figura 1.75). Después de arder, en las cenizas ya no quedaba flogisto.

También se pensaba que el polvo de varios colores que se formaba en la superficie de los metales expuestos al aire era producto de la liberación del flogisto, ya que la humedad del ambiente corroía la superficie del metal y hacía que éste se liberara. Stahl no consideraba importante hacer mediciones cuantitativas para verificar su postulado. Esta teoría fue aceptada hasta la segunda mitad del siglo XVIII.

El trabajo de Lavoisier

En 1772, el químico y biólogo francés **Antoine-Laurent Lavoisier** (1743-1794) consideró importante cuantificar los resultados de los experimentos relacionados con la combustión que habían llevado a cabo muchos de sus colegas, pero utilizando recipientes cerrados. Con asombro descubrió que la masa de las sustancias quemadas era mayor que la original, a pesar de que la masa total del sistema no había cambiado. Si las sustancias ganaban masa con la combustión, algo debía perderla. El único candidato posible era el aire encerrado, por lo que se generaría un vacío parcial en el recipiente. Comprobó esta teoría al abrir el sistema, ya que entró en él tanto aire como masa habían ganado los elementos al combustionar (figura 1.76).



Figura 1.76 Antes de Lavoisier, los investigadores de la época no solían hacer mediciones precisas en sus experimentos.

Lavoisier siempre se inclinó por desarrollar una ciencia más práctica y, desde muy joven, utilizó **instrumentos de medición** en sus actividades experimentales. Por ejemplo, introdujo la balanza, la empleó de manera sistemática y registró la información obtenida de su uso y de las observaciones que hacía para poder repetir la investigación.

También experimentó con fósforo y azufre para comprobar el aumento de masa durante su combustión. A lo largo de toda la experiencia, utilizó una serie de recipientes cerrados que pesaba con esmero antes y después de ésta.

Debido a la cuidadosa metodología científica con la que llevó a cabo sus experimentos, Lavoisier llegó a uno de los principios más importantes de la naturaleza, el cual se conoce como **ley de la conservación de la masa** y que fue fundamental para el desarrollo y la consolidación de la química como ciencia (figura 1.77). Esta ley dice que "en un sistema cerrado, la masa total permanece constante, independientemente de las transformaciones físicas o químicas que en él se produzcan". Con este principio, Lavoisier puso punto final a la teoría del flogisto, ya que explicó de manera correcta sus inconsistencias.



Figura 1.77 Los experimentos de Lavoisier le permitieron establecer, con fundamentos científicos, la ley de conservación de la masa.

Por otra parte, el desarrollo de la química **neumática** del siglo XVIII dio la oportunidad de comprobar la validez de la teoría del flogisto al estudiar gases producidos mediante combustión. Los experimentos del científico inglés Joseph Priestley (1733-1804) fueron particularmente importantes, al mostrar que cuando se calienta el mercurio al aire, éste forma un calcinado de color rojo ladrillo (óxido de mercurio).

Al concentrar sobre el calcinado los rayos del sol con el uso de una lente, Priestley notó que se producían bolas brillantes de mercurio y un gas con propiedades especiales que hacía que una vela ardiera de forma más viva y con más esplendor y calor que en otros aires. Incluso lo inhaló y comprobó que producía una sensación agradable (tú jamás hagas esto, pues ahora se sabe, por ejemplo, que los vapores de mercurio son tóxicos). Por desgracia, lo interpretó erróneamente usando la teoría del flogisto, en la que creía (figura 1.78).

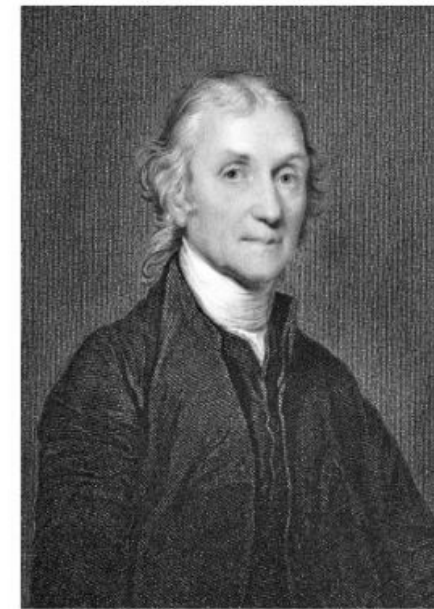
Ya que los materiales ardían con mayor facilidad en ese gas de propiedades especiales, Priestley pensó que en él éstos liberaban flogisto más fácilmente debido a que no contenía cantidad alguna de dicha sustancia y, por eso, se "mostraba ansioso" de aceptarla. Por ello llamó a este nuevo gas "aire deflogistado"; años después, Lavoisier lo nombraría "oxígeno". Los errores de Priestley fueron recurrir a la teoría del flogisto para explicar su experimento y suponer que el aire normal era una sustancia simple y elemental, no una mezcla.

A finales de 1775, los experimentos de Priestley llegaron a manos de Antoine Lavoisier, quien decidió repetirlos. Ante los resultados, este último concluyó que el gas descubierto no era aire deflogistado, sino el principio activo de la atmósfera. Con una serie de experimentos comprobó que este gas se encontraba en el aire común en una proporción de 20%, y demostró que era el responsable de la **combustión**, la **oxidación** y la **respiración**. Finalmente, en 1789, le dio el nombre de **oxígeno**.

A Lavoisier también se le debe el haber establecido que, para explicar los cambios químicos, son más importantes las mediciones rigurosas y sistemáticas que lo que percibimos sólo por nuestros sentidos. Aplicando esta forma de pensar, logró explicar la combustión, el gran problema de la química del siglo XVIII.

Una vez que se entendió mejor dicho fenómeno natural, esta ciencia se desarrolló de manera vertiginosa: se multiplicó el número de descubrimientos y no se hicieron esperar las aplicaciones tecnológicas, sobre todo en las industrias en las que se llevaban a cabo reacciones químicas. A esto se le llamó la **primera revolución de la química**.

Antoine-Laurent Lavoisier se convirtió en un referente de su época, de tal manera que, en la actualidad, se le reconoce como el padre de la química moderna. Las investigaciones y experimentos que llevó a cabo tuvieron el sello que caracteriza a la ciencia moderna: fueron objetivos, causales y tentativos.



Neumático. Relacionado con el estudio de los gases.

Para saber más

El químico ruso Mijail Vasilievich Lomonosov (1711-1765) se adelantó casi veinte años al enunciado de la ley de conservación de la masa de Lavoisier. Sugirió que, al arder, las sustancias se combinaban con una parte del aire. Sin embargo, sus publicaciones estaban escritas en ruso y los químicos europeos no conocieron su trabajo, pues era en Occidente en donde estaba concentrada la actividad científica de aquella época.

Figura 1.78 Gracias a las aportaciones de Joseph Priestley, Lavoisier confirmó la presencia de oxígeno en las combustiones.



Navega en el recurso interactivo que está en:

<http://www.redir.mx/SQC-061>.

A partir de los trabajos de Lavoisier, la ciencia intenta ser lo más **objetiva** posible porque reúne y examina hechos y, a partir de su análisis e interpretación, establece conclusiones; no importa quién repita una investigación ni en dónde lo haga, si cuenta con los mismos instrumentos, materiales y procedimientos, se espera un resultado similar. Es **causal** porque cada cosa, cada fenómeno y cada respuesta son producto de causas susceptibles de ser descubiertas. Es **tentativa** porque cambia con el tiempo.

Debido al carácter tentativo de la ciencia, las ideas que poseemos respecto al mundo que nos rodea se modifican cada que se descubren nuevas evidencias de que algo es diferente a como se pensaba (figura 1.79). Muchos de los cambios en las concepciones científicas se deben a que el desarrollo tecnológico hace posibles observaciones y mediciones cada vez más meticulosas.



Figura 1.79 Hasta hace relativamente pocos años se pensaba que los únicos estados de agregación de la materia eran sólido, líquido y gaseoso, pero después se descubrió el plasma, el estado más abundante en el universo.

Sustentabilidad. Principio por el cual se utilizan recursos naturales para satisfacer las necesidades de las generaciones actuales sin comprometer las de generaciones futuras.

Alimento orgánico. El producido con insumos naturales mediante técnicas no contaminantes (sin pesticidas, fertilizantes químicos ni antibióticos), y que no tiene aditivos de origen sintético.



Figura 1.80 Los focos ahorradores consumen 80% menos energía que los incandescentes convencionales.

A pesar de todo lo que se ha descubierto y hecho en el campo de la ciencia, hoy se tienen más preguntas que respuestas. Es importante resaltar que el conocimiento científico se ve respaldado o limitado por el contexto cultural y la sociedad en la que se desarrolla (que es la que permite o no ciertos programas educativos, la que impulsa o no la investigación científica, la que autoriza o no los reconocimientos), pues la ciencia responde a las preocupaciones, los intereses y los problemas sociales de cada época.

Por ejemplo, la sociedad actual está fuertemente influenciada por el pensamiento ecologista, el cual demanda una relación más estrecha y amigable entre ciencia, tecnología, sociedad y ambiente. Ahora, el concepto de **sustentabilidad** se ha vuelto muy popular, lo cual ha llevado a muchos científicos a buscar soluciones para los graves problemas de contaminación que aquejan al planeta; de esta forma, se han desarrollado **alimentos orgánicos** libres de abonos y pesticidas, se han generado plásticos degradables que sustituyan a los no biodegradables, se han buscado fuentes alternativas de energía y se han desarrollado dispositivos que hacen un uso más eficiente de la energía, entre otras cosas (figura 1.80).

Aproximación al conocimiento científico

Antiguamente se creía que, cuando se combinaban dos o más sustancias, una de ellas debía ceder cierta cantidad de materia a la otra. Sin embargo, Lavoisier dijo: "En una reacción química, la masa permanece constante, es decir, la masa consumida de los reactivos es igual a la masa obtenida de los productos".

Material: ¿qué necesitamos?

Diez cubos o esferas pequeñas de unicel, frasco de vidrio de 500 ml con tapa, balanza granataria, vaso de precipitados de 200 ml con 100 ml de acetona, botella de plástico vacía de 600 ml, dos cucharadas soperas de bicarbonato de sodio, globo mediano, 100 ml de vinagre de manzana o de caña, embudo pequeño de plástico y probeta de 100 mililitros.

Experimento 1

Desarrollo: ¿qué hacemos?

1. Pongan los cubos o las esferas de unicel dentro del frasco y tápenlo.
2. Acomoden el frasco y el vaso de precipitados sobre la balanza y determinen su masa. Regístrenla en su cuaderno.
3. Retiren el frasco de la balanza, ábralo y viertan la acetona contenida en el vaso de precipitados. Inmediatamente vuelvan a tapar el frasco.
4. Coloquen de nuevo el frasco y el vaso de precipitados juntos encima de la balanza; observen qué sucede en su interior (figura 1.81). Registren la masa que señala la balanza en su cuaderno.



Figura 1.81

Análisis de resultados: ¿qué concluimos?

- Describan en su cuaderno qué ocurrió dentro del frasco cuando agregaron la acetona. Después, respondan las preguntas.
 - » ¿Cómo explicarían lo que sucedió con el unicel?
 - » ¿Qué semejanzas o diferencias hay entre los registros de masa que obtuvieron?
 - » ¿Cómo explicarían lo sucedido en relación con las mediciones de masa?

- Comparen los resultados de sus experimentos con los que obtuvo Lavoisier.

Experimento 2

Desarrollo: ¿qué hacemos?

1. Con ayuda del embudo, depositen dentro del globo el bicarbonato de sodio.
2. Viertan en la botella el vinagre y, después, cubran su boca con el globo. Háganlo con cuidado, de manera que el contenido de éste no caiga en el interior de la botella.
3. Acomoden el dispositivo (la botella con el globo) sobre la balanza y determinen su masa. Anótenla en su cuaderno.
4. Con cuidado, vacíen el contenido del globo en el interior de la botella, dejen pasar cinco minutos y pesen de nuevo el dispositivo. Registren en su cuaderno la masa (figura 1.82).

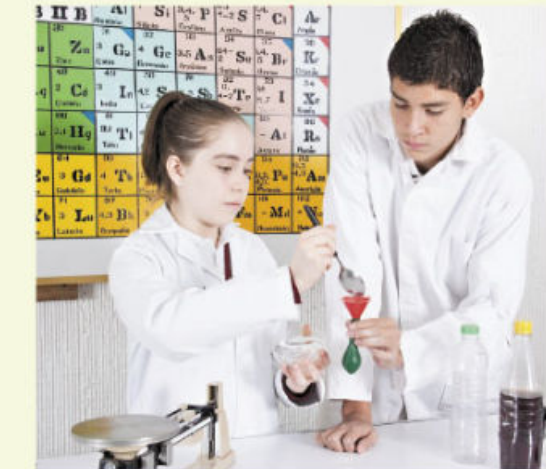


Figura 1.82

Análisis de resultados del experimento 2: ¿qué concluimos?

- Describan en su cuaderno qué sucedió dentro de la botella una vez que vaciaron el contenido del globo. Luego, respondan.
 - » ¿Qué explicación darían del fenómeno observado?
 - » ¿Hubo alguna variación en la masa de la botella con el globo antes y después de la reacción química? ¿Cómo explicarían lo anterior?
 - » ¿Consideran que trabajaron con un sistema cerrado? ¿Por qué?
 - » ¿Cuál fue la importancia de hacer mediciones precisas durante este experimento?
 - » ¿Qué relación es posible establecer entre esta actividad y la experiencia de Lavoisier?

Para saber más

Stephen Hales estudió el papel del aire y el agua en el mantenimiento de la vida animal y vegetal. Louis Bernard Guyton de Morveau creó, junto con Lavoisier y otros investigadores, un método racional de nomenclatura química en el que se basa la moderna. Joseph Black descubrió el dióxido de carbono, pero también trabajó en el campo de la termodinámica. Henry Cavendish es reconocido por sus investigaciones en la química del agua y del aire y por el cálculo de la densidad de la Tierra.

Aportaciones de Lavoisier a la química

El legado de Lavoisier es admirable, pues además de derrumbar la teoría del flogisto y enunciar la ley de la conservación de la masa, hizo muchas otras aportaciones. Por ejemplo, clasificó los elementos químicos conocidos en su época; probó cuantitativamente que resultaba imposible transformar agua en tierra, como se establecía en la teoría de los cuatro elementos; fue el primero en considerar la respiración como una oxidación destinada a producir energía en el organismo, demostrando que el calor animal resulta de la combustión del carbono y el hidrógeno contenidos en la materia orgánica; y publicó su obra "Memoria sobre el calor", en la que se indicaban las primeras medidas calorimétricas, con cálculos de diversos calores específicos o calores de reacción química.

También participó en la comisión encargada de proponer un nuevo sistema de pesas y medidas: el Sistema Métrico Decimal, del cual llegó a decir: "Nada más grande ni más sublime ha salido de las manos del hombre", lo cual pone de manifiesto su gran pasión por la cuantificación.

Integramos

En la primera revolución de la química intervinieron distintos científicos, entre los que destacan Antoine-Laurent Lavoisier, Stephen Hales, Georg Ernst Stahl, Joseph Priestley, Louis Bernard Guyton de Morveau, Joseph Black y Henry Cavendish.

La forma de trabajar de todos estos investigadores da una idea muy clara de la manera en que la ciencia avanza; teniendo como único fin entender y explicar los fenómenos naturales para aprovecharlos en beneficio de la sociedad, los científicos se plantean preguntas y

retoman trabajos de colegas contemporáneos o, incluso, que vivieron en otras épocas, por lo que puede decirse que es el resultado de un proceso histórico y que, a veces, toma mucho tiempo. En ocasiones, resulta que una nueva teoría no logra la aceptación suficiente entre la comunidad científica y tarda años en ser considerada válida por su grado de complejidad, ya que, para aceptarla o refutarla, las experiencias deben ser reproducidas (figura 1.83).



Figura 1.83 Los científicos se reúnen en conferencias para dar a conocer el resultado de sus investigaciones. En el cuadro aparece Joseph Black dando una plática acerca de la química.

Desarrolla tu pensamiento científico

1. Las líneas del tiempo nos ayudan a relacionar una serie de hechos sucedidos en una época determinada. Reúnete con tu equipo y hagan lo siguiente.
 - Construyan una línea del tiempo para representar los eventos más importantes sucedidos antes, durante y después de la Revolución francesa. Busquen en sus libros de historia información referente a sus causas y consecuencias; resalten la importancia internacional de este hecho y la manera como influyó en nuestro país.
 - Discutan los siguientes puntos.
 - » ¿Cuáles fueron los momentos más importantes en la vida personal y científica de Lavoisier?
 - » ¿Qué estaba sucediendo en México en ese periodo?
 - » ¿Qué acontecimientos científicos se presentaron en esa época en países distintos a Francia?
2. Comenta con tus compañeros los aspectos más importantes de la metodología empleada por Lavoisier. Destaquen la experimentación y la medición de la masa en un sistema cerrado.
 - Describan cuáles eran los conocimientos científicos que había antes de la aplicación de su metodología y sus aportaciones.
 - Con base en lo que sabes de la vida de Lavoisier, comenta con tus compañeros por qué la ciencia es un proceso inacabado que se construye con la ayuda de muchas personas.
 - Explica a tus compañeros las dificultades que afronta el conocimiento científico y la manera en que influye el contexto cultural en el que se desarrolla.
3. Investiga en distintas fuentes de información la biografía de Lavoisier, en particular, la manera en que murió, y redacta un ensayo basado en su vida, en el que trates valores como la justicia, el respeto, la conciencia, el orden, la creatividad y el compromiso.
 - Escribe tu ensayo en un procesador de textos, envíalo a varias personas que tengas como contactos en tu correo electrónico y pídeles que evalúen tu trabajo con la intención de mejorarlo.
 - Cuando hayas corregido o atendido las observaciones y recomendaciones de tus amigos, expón el ensayo frente al grupo.
4. Consulta distintas fuentes de información para saber qué pasa con la masa de los reactivos y los productos durante las reacciones nucleares. ¿Con qué característica de la ciencia tiene que ver principalmente ese descubrimiento? ¿Por qué la ley de la conservación de la masa de Lavoisier sigue siendo válida?
5. Vuelve a leer la situación de la sección "Comenzamos" y las respuestas que diste en ese momento. ¿Son las mismas que darías ahora? ¿Cómo cambiaron? Ahora, supón que Isidro hizo otro experimento en el que puso sobre una balanza dos vasos iguales con la misma cantidad de agua. Luego agregó a uno de ellos una tableta efervescente. Una vez que dejaron de salir burbujas, notó que la balanza se inclinaba hacia un lado (figura 1.84). ¿Cómo lo explicarías?



Figura 1.84 El uso de la balanza es de gran importancia en el estudio de los procesos químicos.

conect@mos

Amplia tus conocimientos acerca de Lavoisier. Consulta las siguientes direcciones electrónicas. Utilízalas para elaborar tu línea del tiempo.

<http://www.redir.mx/SQC-065a>

<http://www.redir.mx/SQC-065b>

<http://www.redir.mx/SQC-065c>

BLOQUE 1

APRENDIZAJES ESPERADOS. A partir de situaciones problemáticas plantea premisas, supuestos y alternativas de solución, considerando las propiedades de los materiales o la conservación de la masa. Identifica, mediante la experimentación, algunos de los fundamentos básicos que se utilizan en la investigación científica escolar. Argumenta y comunica las implicaciones sociales que tienen los resultados de la investigación científica. Evalúa los aciertos y debilidades de los procesos investigativos al utilizar el conocimiento y la evidencia científicos.

Fase 1



Has concluido el primer bloque y ha llegado el momento de aplicar los conocimientos que adquiriste a lo largo de estas sesiones. Recuerda que los proyectos estudiantiles tienen diversos propósitos, como que integres tus conocimientos y pongas en práctica las habilidades y actitudes que desarrollaste durante el bloque. Te sugerimos revisar de la **página 10** a la **13**, con el fin de que recuerdes otras funciones de los proyectos.

Propuestas de actividades para la fase 1

1. Reúnete con tu equipo para leer y comentar los siguientes textos.

Plantean expertos reciclar más agua ante la escasez; crece el problema

Debido al cambio climático, la disminución en la disponibilidad de agua podría oscilar entre 10 y 20 por ciento durante las siguientes décadas, y por ende la cantidad del líquido per cápita en México podría pasar de 4 500 metros cúbicos por segundo al día, a menos de 3 500, advirtió el doctor Poliopro Martínez Austria, director general del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA).

Apuntó que regiones como el Distrito Federal —el cual ya experimenta una “escasez grave” de líquido, pues sólo dispone de mil metros cúbicos por habitante al día— se verán más afectadas, por lo cual deberá aumentar el porcentaje de agua que se trata.

En entrevista posterior, detalló que en México sólo se recicla 39 por ciento de aguas residuales y agregó que, en las dos décadas siguientes, el país debería estar tratando al menos 80 o 90 por ciento de ellas, e incluso reutilizarlas más de una vez.

En cuanto al desperdicio, dijo que más de 50 por ciento del líquido se pierde por “infiltración y fugas en la conducción”, por lo cual esas situaciones

se deben corregir y modernizar los sistemas de riego en la agricultura, optar por la aspersión y el goteo, entre otros (figura 1.85).

Adaptado de Carolina Gómez Mena, “Plantean expertos reciclar más agua ante la escasez; crece el problema”, en *La Jornada*, 5 de noviembre de 2010, disponible en <http://jornada.unam.mx/2010/11/05/index.php?section=sociedad&article=045n2soc> (Consulta: 5 de mayo de 2013).



Figura 1.85 Las pérdidas por deterioro de tuberías, contenedores, grifos, mangueras, tinacos y cisternas son una de las formas más comunes de desperdicio de agua.

El uso de agua de lluvia en el hogar

Aparte de instalar accesorios ahorradores y mejorar los hábitos de consumo de agua en el hogar, una manera importante de disminuir la presión sobre los recursos hidrológicos de nuestro país es reutilizar el agua del hogar y recolectar agua de lluvia. Estos dos recursos casi no se practican en México.

Se puede recolectar y reutilizar agua manualmente o con sistemas automáticos sofisticados. A pesar de que no existe mucha oferta de estos sistemas en nuestro país, debemos pensar en maneras creativas de aprovechar el agua al máximo.

El agua de lluvia es un recurso valioso que se puede aprovechar en el hogar. Las oportunidades de captar el agua de lluvia varían, dependiendo de dónde vives y los patrones de lluvia en esa zona. Al captar las aguas pluviales, se podría tener más agua para el sistema municipal durante la época de sequía.

Disminuir el volumen de aguas residuales equivale a reducir la carga sobre las plantas de tratamiento. Por otro lado, los hogares rurales frecuentemente tienen que abastecerse de agua desde ríos o pozos, por lo que el aprovechamiento del agua de lluvia podría hacer una gran diferencia en cuanto a la cantidad de agua de que disponen.

Tomado de: Instituto Nacional de Ecología, “Recolección, reciclado y reúso de agua”, en INE [en línea], 24 de noviembre de 2009, disponible en <http://vivienda.ine.gob.mx/index.php/agua/recoleccion-reciclado-y-reuso-de-agua> (Consulta: 28 de junio de 2013).

Aunque gobiernos e industrias de muchos países buscan disminuir el desperdicio de agua en las actividades a gran escala, debemos estar conscientes de que sus acciones son insuficientes. Una acción concreta para reducir el consumo de agua que es posible llevar a cabo desde nuestro hogar es aprovechar el agua de la lluvia, la regadera, el lavatrastos o la lavadora para drenar el inodoro, lavar el coche o el patio y regar las plantas (figura 1.86).

2. Señalen en los textos anteriores qué llamó más su atención y qué saben al respecto.



Figura 1.86 Al usar agua de lluvia colectada en un contenedor se ahorra hasta 50% del agua potable que se utiliza en el hogar.

El éxito de todo proyecto estudiantil depende de la planeación de las actividades y se inicia con su delimitación.

Repasen los contenidos del bloque y, según lo que más les interese, plantéense un propósito, es decir, un problema a resolver. Una opción es: “¿Qué haríamos para recuperar y reutilizar el agua del ambiente?”. Decidan qué posibilidades hay para solucionar el problema en cuestión. Por ejemplo, detectar las maneras en que se emplea el agua en el hogar y difundir con los vecinos de la colonia acciones como reciclarla y reutilizarla.



Fase 2

BLOQUE 1

Ahora bien, quizá tú y tu equipo tengan otros intereses y opten por un proyecto de temática distinta a la que les sugerimos; pues ¡adelante! Informen a su profesor para que les indique si es pertinente. Un requisito indispensable es que se relacione con los conceptos vistos en este bloque.

Tengan presente que deben definir de manera general lo que esperan indagar, para qué lo harán y cómo piensan lograrlo. Para ello deben proponer una serie de actividades que puedan organizar en el **cuadro 1.9**.

Cuadro 1.9 Planeación del proyecto				
Problemática detectada	Posible solución	Propósito	Contenidos del bloque que se pueden utilizar	Recursos necesarios
¿Qué haremos?	¿Dónde investigaremos?	¿Cuánto tardaremos?		

Propuestas de actividades para la fase 2

Para delimitar el proyecto deben poner de manifiesto sus ideas con base en algunas preguntas como las siguientes (**figura 1.87**).



Figura 1.87 Elegir el problema es el punto de partida para iniciar el proyecto.

- » ¿Qué queremos lograr?
- » ¿Qué beneficio aporta a la comunidad donde vivo?
- » ¿Qué temas vistos en este bloque se relacionan con el proyecto que queremos elegir?
- » ¿Qué debemos empezar a hacer para el proyecto?
- » ¿Qué pasos tendremos que seguir para lograrlo?
- » ¿Qué recursos humanos, materiales y económicos requerimos para emprender el proyecto? ¿Con cuáles contamos? ¿Cuáles tenemos que conseguir?

Asimismo, deben visualizar cómo les gustaría dar a conocer los resultados de su proyecto; así, irán planeando las actividades necesarias para terminar en tiempo y forma su producto final.

Para organizarse de manera eficiente, asignen a cada una de las actividades un tiempo (cronograma). Lo anterior les ayudará a determinar las tareas que desempeñará cada uno de los integrantes del equipo y el tiempo en que debe terminarlas (**cuadro 1.10**).

Cuadro 1.10 Modelo de cronograma de actividades			
Actividad	Responsable	Tiempo de entrega	Observaciones

Si a algún miembro del equipo se le dificulta la tarea asignada, ayúdenlo para que termine y no atrase la cadena de producción de tareas terminadas que se irá creando. Tengan presente que el trabajo colectivo sirve para fomentar la solidaridad, el compañerismo, la integración y el entusiasmo, entre otros valores y actitudes, y será más gratificante presentar un trabajo bien hecho.

Luego de la pregunta inicial, la detonante para el proyecto, quizá surjan otras que deberán responder para que éste tome forma.

En seguida les proponemos algunas preguntas a considerar para decidir el tema de su proyecto, además de las que se les ocurran a ustedes.

- » ¿Cuáles son los usos del agua en su hogar y en la comunidad donde viven?
- » ¿Consideran que es posible recuperar parte de esa agua para reutilizarla? ¿Cómo?
- » ¿Cómo utilizarían el agua de lluvia?
- » ¿Qué contamina el agua en su localidad? ¿Cuáles de sus actividades generan contaminantes del agua?
- » ¿Existe alguna institución encargada del tratamiento de aguas residuales o negras? ¿Qué métodos utilizan para separar los contaminantes?
- » ¿Para qué se utiliza esa agua tratada?
- » ¿Cómo desarrollarían un dispositivo para filtrar o reutilizar el agua que contiene contaminantes?

Para ejecutar el proyecto, independientemente de su tipo, es importante definir un método o procedimiento con que trabajar. Planteado de manera muy general, este método es un proceso de formulación de **preguntas** y posibles respuestas, que se inicia con una investigación preliminar a partir de la cual se detecta un **problema**, se enuncia una hipótesis, se hace una serie de **experimentos** u otro tipo de actividad encaminada a responder la pregunta inicial y, finalmente, se llega a una conclusión.

Durante el desarrollo del proyecto, la **búsqueda de información** será vital para responder las preguntas planteadas. Ésta deberá hacerse en libros, revistas de divulgación científica, enciclopedias, internet y documentales. Incluso, sería conveniente visitar alguna institución relacionada con el tema del proyecto o pedirle a algún profesor que los ayude a contestar sus preguntas o disipar dudas. Las fuentes consultadas deberán incluirse en el reporte del proyecto (**figura 1.88**).

En caso de visitar sitios de internet, asegúrense de que la información provenga de fuentes confiables: universidades, organizaciones, empresas, académicos o científicos reconocidos.



Figura 1.88 Se debe buscar la información en fuentes confiables.

Propuestas de actividades para la fase 3

A continuación, les mostramos un ejemplo de cómo se hace un filtro casero. Léanlo y con base en éste desarrollen una idea propia para diseñar un **prototipo** de filtro. Tengan en mente qué tipo de agua filtrarán con su dispositivo, así como el uso que le darán al agua filtrada.



Para conocer más del tema, consulta los siguientes vínculos de internet.
<http://www.redir.mx/SQC-069a>
<http://www.redir.mx/SQC-069b>
<http://www.redir.mx/SQC-069c>



GLOSARIO Prototipo. Objeto diseñado para una demostración de cualquier tipo.

¿Cómo construir un filtro casero para reutilizar el agua?

Materiales

- Dos botellas de agua de 1 l de capacidad, vacías y limpias (una de ellas con tapa abatible)
- Cantidades similares de los siguientes materiales: carbón activado granulado (puedes conseguirlo en los acuarios), arena fina, arena gruesa y grava
- 20 cm² de tela de algodón limpia o manta de cielo
- Malla fina del mismo tamaño que la base de las botellas
- Cinta adhesiva ancha (resistente al agua), tijeras y cutter

Procedimiento

1. Laven bien las arenas y la grava y déjenlas escurriendo.
2. Corten al cuello una de las botellas. Luego hagan un agujero de 1.5 cm de diámetro en la base.
3. Cubran el agujero (por dentro de la botella) con la malla fina; luego coloquen encima de la malla la tela de algodón doblada en varias partes, para que quepa en el fondo de la botella.
4. Sobre la tela, pongan una capa de carbón activado, una capa de arena fina, una más de arena gruesa y al final una de grava. Vuelvan a poner las cuatro capas, en el mismo orden, para que en total sean ocho. Todo esto serán los filtros.
5. Hagan un orificio similar al de la primera botella en la otra botella (a ésta no le corten el cuello y déjenle la tapa abatible).
6. Coloquen la botella con los filtros sobre la base de la botella con tapa, de tal manera que los orificios coincidan. Peguen las dos botellas con la cinta adhesiva. Asegúrense de que queden bien unidas.
7. Busquen un soporte para que su filtro quede fijo, en posición vertical.
8. Agreguen el agua sucia por la parte superior y esperen a que descienda por gravedad y pase por los filtros hacia la segunda botella (figura 1.89). Esta agua se saca abriendo la tapa abatible y es posible utilizarla para riego, para descargar el inodoro, para lavar el auto o la bicicleta, el piso, etcétera.



Figura 1.89 Esquema de la presentación del prototipo de filtro de agua casero.

Una vez que hayan terminado su prototipo de filtro, evalúen su funcionalidad y determinen qué modificarían y por qué. Guíense por preguntas como las siguientes.

- » ¿Qué problema ambiental solucionaría el prototipo que proponen?
- » ¿Qué materiales de su prototipo se sustituirían en un filtro real?
- » Para que el filtro funcione en casa, ¿cuánto habría que aumentar su tamaño?
- » ¿Cuál fue el costo aproximado del prototipo? ¿Cuál sería el costo de un filtro real?
- » ¿Qué modificaciones serían pertinentes en la segunda versión de su filtro? ¿Por qué?

Ha llegado el momento de que den a conocer los resultados de su proyecto. Así como todos los integrantes del equipo colaboraron durante el desarrollo del proyecto, ahora tendrán que participar para comunicar los resultados, de la manera que eligieron durante la planeación. Al respecto, deben saber que el conocimiento no sólo se adquiere con el estudio y la investigación; también se aprende de las experiencias de otras personas y por eso es muy importante que el equipo comunique los resultados de su investigación, sus errores, sus aciertos, sus experiencias; e intercambien ideas con sus compañeros para que todos amplíen sus conocimientos en diversos temas (figura 1.90).

Para este caso en particular, pueden organizar una exposición entre todos los equipos o una feria de ciencia y tecnología. En la feria sería conveniente obsequiar folletos, trípticos, y poner carteles. Si cuentan con el equipo, también es posible hacer una presentación electrónica.



Figura 1.90 La socialización de los resultados de su trabajo favorece el logro de los aprendizajes y le da sentido al proyecto.

Propuestas de actividades para la fase 4

Algunos consejos útiles para la comunicación de los resultados de su proyecto son los siguientes.

- Busquen un lugar adecuado para la exposición, como un salón, el auditorio, la sala de usos múltiples o el patio de la escuela (esto si desean difundir solamente a la comunidad escolar). Si piensan difundir la información a los vecinos de la localidad, pueden hacerlo en una plaza pública o parque. En este caso investiguen si es necesario tramitar algún permiso ante las autoridades escolares o municipales.
- Calculen el tiempo necesario para completar su presentación (figura 1.91). Al inicio, es recomendable que alguien del equipo dirija a la audiencia algunas palabras de bienvenida y, en caso de que lo consideren adecuado, que presente también las actividades o etapas de su proyecto.



Figura 1.91 Organizar con tiempo su presentación les facilitará desempeñarse con seguridad ante el foro.

BLOQUE 1

- Al finalizar la presentación destinen un tiempo a que los asistentes hagan preguntas o manifiesten inquietudes acerca de su proyecto. Asimismo, plantéenles su interés por conocer sugerencias o comentarios que los ayuden a crecer como estudiantes y a mejorar su trabajo. Pregunten si consideran viable que en las casas de la comunidad donde viven se capte agua de manera semejante a la que propusieron ustedes y el uso que le darían.



Figura 1.92 Si cuentan con una computadora, utilícenla para hacer su reporte, aunque también pueden hacerlo en una máquina de escribir o a mano. Lo importante es que el contenido sea de calidad.

- En las exposiciones del resto de los equipos, cuando ustedes participen como espectadores, recuerden ser considerados para que las presentaciones transcurran en un marco de respeto y armonía.
- Es fundamental que, además de la difusión de los resultados del proyecto, también elaboren un reporte final que le entregarán a su profesor. Con base en los resultados, expliquen las dificultades que afrontaron y cómo las resolvieron, así como las cosas que aprendieron. Destaquen los beneficios que aportó a su comunidad el desarrollo del proyecto.

Antes de entregar el reporte, asegúrense de que la redacción sea clara y carezca de errores ortográficos, así como de que esté suficientemente ilustrado (con dibujos, fotografías, esquemas, diagramas, cuadros), para que se entienda mejor el contenido (figura 1.92). En el reporte también deben escribir una conclusión basada en su investigación, es decir, una explicación o reporte de los resultados del proyecto. En caso de que los resultados del proyecto sean contrarios a lo que se planteó inicialmente, incluyan las razones de por qué fue así.

Evaluación

En esta última etapa, tú con tu equipo reflexionarán respecto a los logros, las deficiencias y los aprendizajes adquiridos en el desarrollo y la presentación de su proyecto. Lo primero es autoevaluarse. Comiencen contestando estas preguntas de manera individual.

Trabajo individual	Siempre	Algunas veces	Pocas veces	Nunca
¿Cooperé con mis compañeros de equipo?				
¿Fui participativo en las reuniones y actividades?				
¿Aporté ideas para enriquecer nuestro trabajo?				
¿Cumplí con mis tareas y responsabilidades dentro del equipo?				
¿Ayudé a quien me lo pidió aunque no fuera miembro de mi equipo?				
¿Participé en la resolución de desacuerdos o conflictos dentro de mi equipo?				
¿Me gustó trabajar en equipo?				

Ahora reúnanse en equipo y entre todos contesten estas preguntas con franqueza.

Trabajo en equipo	Sí	No	¿Por qué?
Las investigaciones que llevamos a cabo fueron suficientes para desarrollar nuestro proyecto.			
Las actividades y procedimientos que elegimos fueron adecuados para presentar el tema de nuestro proyecto.			
La distribución del trabajo en el equipo fue adecuada y equitativa.			
En nuestro equipo hubo un ambiente de compañerismo, cooperación y solidaridad.			
Hicimos los ajustes necesarios en nuestro proyecto para mejorarlo.			
Logramos los propósitos y el objetivo de nuestro proyecto.			
Nuestro proyecto fue significativo para la comunidad a la que iba dirigido.			
Tuvimos aprendizajes durante el desarrollo y la presentación de nuestro proyecto.			

Por último, reúnanse con su profesor para compartir y comentar las respuestas que dieron a las preguntas de estos cuadros, y entre todos propongan maneras de mejorar su desempeño para los proyectos de los siguientes bloques.

Más opciones

Ya mencionamos que el proyecto anterior es una de tantas propuestas relacionadas con los contenidos de estos bloques. Otra opción es: “¿Cómo funciona una salinera y cuáles son sus efectos en el ambiente?” (figura 1.93).

Para llevar a cabo este proyecto, consideren el anterior: utilícenlo como guía, haciendo las variaciones pertinentes.

Encontrarán algunas preguntas al respecto después de este párrafo. Recuerden que éstas sirven como desencadenantes: con base en ellas, ustedes formularán una situación problemática, es decir, el tema del proyecto.



Figura 1.93 Imagen de una salinera cerca del mar.

- » ¿En qué lugares de México hay salineras?
- » ¿Cuántos tipos de salineras existen?
- » ¿Qué métodos de separación de mezclas se utilizan en las salineras?
- » ¿Cómo alteran los ecosistemas costeros?
- » ¿Cambian las salineras los niveles de salinidad de las aguas y del subsuelo? ¿Cómo lo hacen?
- » ¿Cómo afectan al ambiente los desechos de las salineras?
- » ¿Qué otras repercusiones tienen en el ambiente?, ¿se pueden contrarrestar?



Consulten los siguientes recursos.

Ursula Ewald, *La industria salinera de México, 1560-1994*, México, FCE, 1997.

<http://www.redir.mx/SQC-073a>

<http://www.redir.mx/SQC-073b>

Comprueba tus competencias

Lee con detenimiento el siguiente texto y, en tu cuaderno, da respuesta a los reactivos. Investiga si es necesario.

Perdidos en el bosque

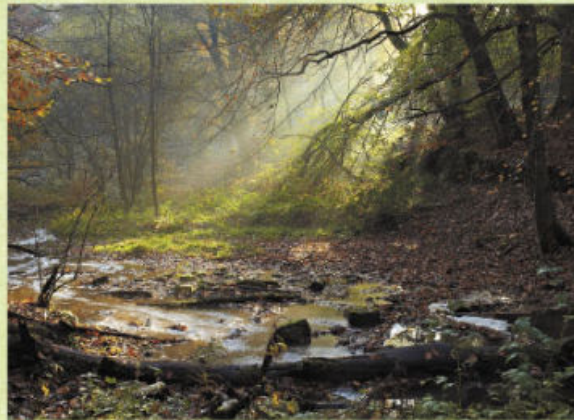
Un grupo de estudiantes de tercero de secundaria ha decidido ir a conocer la sierra de Otontepec. El abuelo de uno de ellos les ha contado que tiene mucha vegetación y está bañada por aguas cristalinas. "Es un sueño estar ahí", les dice con nostalgia. Para su gran aventura, los chicos se han distribuido los alimentos, los utensilios y los materiales que consideran necesarios.

Al último momento, los padres de dos de ellos han decidido que no les darán a sus hijos permiso para ir, ya que piensan que están demasiado acostumbrados a "las comodidades de la vida moderna". "¿Qué harán mis niños sin la leche *light* o la deslactosada? ¿Cómo se bañarán sin una regadera ni agua caliente? ¿Cuánto tiempo podrán estar sin comunicarse con ellos o con sus amigos mediante una red social?", se preguntan.

Pese a "las bajas", los cinco jóvenes restantes deciden emprender el camino, provistos de todas las herramientas modernas a su alcance. Cuando ya llevan más de un día de recorrido, se dan cuenta de que ya no tienen alimentos ni agua potable. Éstos, junto con el producto para desinfectarlos, venían en su mayoría en una de las mochilas de los chicos que se quedaron.

Después de buscar por un muy largo rato, han localizado un riachuelo, pero como ha comenzado a llover abundantemente, éste lleva el agua revuelta. La tierra se ha levantado y las aguas cristalinas descritas por el abuelo son ahora un río de lodo.

La región de la Huasteca ya no es lo que recuerda el abuelo. A últimas fechas, ha experimentado una gran deforestación y, con eso, la pérdida de lluvias y una importante desecación de sus cuencas.



Reactivo 1

Lee las siguientes preguntas y contéstalas en tu cuaderno.

- a) ¿Qué contaminantes crees que tenga el agua del riachuelo? ¿De dónde provendrán?
- b) ¿Qué efectos sobre la salud tendrá beber dicha agua sin ningún tratamiento?
- c) ¿Qué efectos sobre el ambiente tendrán dichos contaminantes?
- d) ¿Qué se puede hacer para recuperar la región de la Huasteca?
- e) ¿Qué ocurre si el deterioro ambiental de una región llega a ser extremo?

Reactivo 2

Uno de los muchachos piensa hervir una cantidad de agua y luego la filtrará a través de un pañuelo limpio que lleva en su mochila. De acuerdo con lo aprendido en tus clases de ciencias, ¿le aconsejarías hacerlo? De ser así, ¿cómo sugerirías que lo hiciera? ¿Le indicarías un tiempo? Argumenta tu respuesta.

Reactivo 3

Dada la emergencia, los muchachos de la historia han pensado en beber el agua del riachuelo. Las siguientes opciones son producto de una lluvia de ideas, que los ayudará a decidir qué hacer al respecto. Marca con un tache la palabra *Sí*, si la idea es correcta, o la palabra *No* si es incorrecta. Al final, escribe un argumento que justifique tu elección.

Lo único que necesitamos es decantar el agua del riachuelo para hacerla potable.	Sí	No
Si trajéramos el desinfectante de agua, no necesitaríamos hacer una separación física.	Sí	No
Si el agua del riachuelo tiene plomo, es posible retirarlo con un imán.	Sí	No
Es posible evaporar el agua con el calor del sol, y luego recuperarla.	Sí	No

Reactivo 4

Reflexiona y responde lo siguiente:

- a) ¿Cuánto tiempo es capaz de pasar una persona sin consumir alimentos? ¿Y sin beber líquidos? ¿Y sin respirar? Dadas tus respuestas, ¿cuál es el orden de prioridad que deben darles los muchachos a estas tres acciones? ¿Por qué?
- b) Usando tus conocimientos, describe qué es el agua, qué es el aire y de qué están constituidos los alimentos.
- c) ¿Conoces el ciclo del agua? Indica sus cambios de fase. ¿De qué es resultado la lluvia?
- d) ¿Nuestra forma de vida es diferente a la de nuestros abuelos? ¿En qué habrá contribuido la química?
- e) ¿Sabes qué es la leche deslactosada? ¿Y la leche *light*? ¿Su consumo es un lujo o una necesidad?

Reactivo 5

Las características del agua que habrán de separar los jóvenes se encuentran relacionadas con la concentración de sus componentes. La concentración es una relación del...

- a) disolvente y el soluto.
- b) disolvente y la disolución.

Reactivo 6

Contesta estas preguntas:

- a) En una situación normal, ¿qué usos se le da al agua?
- b) ¿Qué son las aguas residuales? ¿Cómo se clasifican?
- c) ¿Qué tratamientos se le dan al agua?
- d) ¿El tipo de tratamiento a utilizar para depurar el agua depende del uso que se le dará? ¿Por qué?
- e) ¿Quién se encarga de tratar el agua?



Las propiedades de los materiales y su clasificación química

Competencias que se favorecen:

- Comprensión de fenómenos y procesos naturales desde la perspectiva científica.
- Toma de decisiones informadas para el cuidado del ambiente y la promoción de la salud orientadas a la cultura de la prevención.
- Comprensión de los alcances y limitaciones de la ciencia y del desarrollo tecnológico en diversos contextos.

Aprendizajes esperados	Contenidos
<ul style="list-style-type: none"> • Establece criterios para clasificar materiales cotidianos en mezclas, compuestos y elementos considerando su composición y pureza. • Representa y diferencia mezclas, compuestos y elementos con base en el modelo corpuscular. 	<p>Clasificación de los materiales</p> <p>Lección 1. Mezclas y sustancias puras: compuestos y elementos</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Identifica los componentes del modelo atómico de Bohr (protones, neutrones y electrones), así como la función de los electrones de valencia para comprender la estructura de los materiales. • Representa el enlace químico mediante los electrones de valencia a partir de la estructura de Lewis. • Representa mediante la simbología química elementos, moléculas, átomos, iones (aniones y cationes). 	<p>Estructura de los materiales</p> <p>Lección 2. Modelo atómico de Bohr</p> <p>Lección 3. Enlace químico</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Identifica algunas propiedades de los metales (maleabilidad, ductilidad, brillo, conductividad térmica y eléctrica) y las relaciona con diferentes aplicaciones tecnológicas. • Identifica en su comunidad aquellos productos elaborados con diferentes metales (cobre, aluminio, plomo, hierro), con el fin de tomar decisiones para promover su rechazo, reducción, reúso y reciclado. 	<p>¿Cuál es la importancia de rechazar, reducir, reusar y reciclar los metales?</p> <p>Lección 4. Propiedades de los metales. Toma de decisiones relacionada con: rechazo, reducción, reúso y reciclado de metales</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Identifica el análisis y la sistematización de resultados como características del trabajo científico realizado por Cannizzaro, al establecer la distinción entre masa molecular y masa atómica. • Identifica la importancia de la organización y sistematización de elementos con base en su masa atómica, en la tabla periódica de Mendeleiev, que lo llevó a la predicción de algunos elementos aún desconocidos. • Argumenta la importancia y los mecanismos de la comunicación de ideas y productos de la ciencia como una forma de socializar el conocimiento. 	<p>Segunda revolución de la química</p> <p>Lección 5. El orden en la diversidad de las sustancias: aportaciones del trabajo de Cannizzaro y Mendeleiev</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Identifica la información de la tabla periódica, analiza sus regularidades y su importancia en la organización de los elementos químicos. • Identifica que los átomos de los diferentes elementos se caracterizan por el número de protones que los forman. • Relaciona la abundancia de elementos (C, H, O, N, P, S) con su importancia para los seres vivos. 	<p>Tabla periódica: organización y regularidades de los elementos químicos</p> <p>Lección 6. Regularidades en la tabla periódica de los elementos químicos representativos. Carácter metálico, valencia, número y masa atómica</p> <p>Lección 7. Importancia de los elementos químicos para los seres vivos</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Identifica las partículas e interacciones electrostáticas que mantienen unidos a los átomos. • Explica las características de los enlaces químicos a partir del modelo de compartición (covalente) y de transferencia de electrones (iónico). • Identifica que las propiedades de los materiales se explican a través de su estructura (atómica, molecular). 	<p>Enlace químico</p> <p>Lección 8. Modelos de enlace: covalente e iónico. Relación entre las propiedades de las sustancias con el modelo de enlace: covalente e iónico</p>
<ul style="list-style-type: none"> • A partir de situaciones problemáticas, plantea preguntas, actividades por desarrollar y recursos necesarios, considerando los contenidos estudiados en el bloque. • Plantea estrategias con el fin de dar seguimiento a su proyecto, reorientando su plan en caso de ser necesario. • Argumenta y comunica, por diversos medios, algunas alternativas para evitar los impactos en la salud o el ambiente de algunos contaminantes. • Explica y evalúa la importancia de los elementos en la salud y el ambiente. 	<p>Proyectos: Ahora tú explora, experimenta y actúa (preguntas opcionales). Integración y aplicación</p> <ul style="list-style-type: none"> » ¿Cuáles elementos químicos son importantes para el buen funcionamiento de nuestro cuerpo? » ¿Cuáles son las implicaciones en la salud o el ambiente de algunos metales pesados?



Los elementos de la vida

Observa la imagen, en ella se aprecia un segmento de la tabla periódica. ¿Ya la conocías? ¿Qué información es posible obtener de ella? ¿Cuántos elementos incluirá? ¿Cómo estarán ordenados? Algunos elementos son fundamentales para la vida.

1. ¿Cuáles son los elementos que los seres vivos requieren para existir?, ¿los requieren todos en igual cantidad?
2. Por ejemplo, el cuerpo humano necesita Cl, Na y Fe para la vida.
 - » ¿Cómo crees que los obtenemos?
 - » ¿Cómo se llaman los elementos que se encuentran en el cuerpo humano en una cantidad inferior al 0.1%?

El carbono, que debido a sus propiedades es la base de la química orgánica, forma parte de proteínas, glúcidos, lípidos y ácidos nucleicos del cuerpo humano.

Para conocer las propiedades específicas del carbono, visita <http://www.redir.mx/SQC-077>.

Elemento químico es un término que escuchas frecuentemente. Los elementos químicos son muy importantes para la formación de diversos materiales producidos tanto en la industria como en la naturaleza y en nuestro propio organismo.

En este bloque ampliarás tu cultura química al aprender a interpretar la tabla periódica, relacionar las propiedades de los elementos que la conforman y reconocer cómo éstos se aprovechan en el diseño de diversos materiales.

Propuestas de proyectos

- ¿Cuáles elementos químicos son importantes para el buen funcionamiento de nuestro cuerpo?
- ¿Cuáles son las implicaciones en la salud o el ambiente de algunos metales pesados?

APRENDIZAJES ESPERADOS. Establece criterios para clasificar materiales cotidianos en mezclas, compuestos y elementos considerando su composición y pureza. Representa y diferencia mezclas, compuestos y elementos con base en el modelo corpuscular.

Comenzamos

En clase de Química, a Toño le asignaron la separación de una mezcla de arena y agua. Él optó por una filtración. Al terminar, tenía en un lado la arena y en el otro el agua. Después de pensar un rato, se preguntó: "¿Y si los componentes de mi mezcla tienen más componentes?".

1. Forma equipo con algunos compañeros. Clasifiquen los siguientes materiales. ¿Cuáles son mezclas (homogéneas o heterogéneas) y cuáles no? ¿Por qué? Recuerden lo que aprendieron en el bloque anterior.
2. ¿Supones que los componentes de una mezcla pueden dividirse en otros más? ¿Por qué?



Aprendemos

La materia se clasifica de diferentes maneras. Una de ellas la divide en mezclas y sustancias puras.

¿Recuerdas que en el bloque anterior conociste las mezclas homogéneas y las heterogéneas? En general, los materiales que empleas en tu vida diaria son **mezclas** que contienen dos o más sustancias; por ejemplo, la sopa de frijol y la mayonesa tienen diferente composición, pero ambas están hechas de una combinación de sustancias, es decir, ambas son mezclas.

Desde el punto de vista de las partículas que la constituyen, una mezcla está formada por moléculas diferentes que no reaccionan químicamente entre sí. Por ejemplo, en la **figura 2.1** se representa una muestra de aire, cuyos principales componentes son el nitrógeno (**figura 2.2**) y el oxígeno (**figura 2.3**), que en suma dan 99% del total. Cada uno de los componentes de una mezcla mantiene su identidad y sus propiedades químicas.

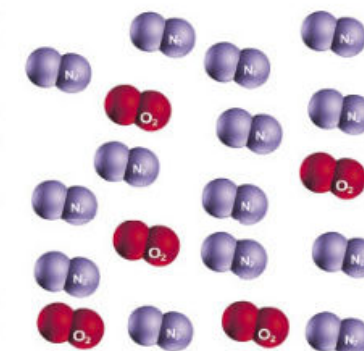


Figura 2.1 Representación de las moléculas de nitrógeno (violetas) y de oxígeno (rojas) del aire. Por la escala y proporciones no se ven los demás componentes.

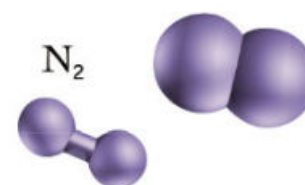


Figura 2.2 Dos representaciones de una molécula de nitrógeno.

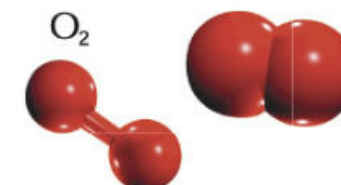


Figura 2.3 Dos representaciones de una molécula de oxígeno.

La composición de las mezclas es variable; en cambio, la de las sustancias puras no. Las **sustancias puras** tienen una composición definida y constante. El oro, la plata, el azúcar y el agua son sustancias puras y se caracterizan porque todas las partículas que las integran son exactamente iguales.

Las sustancias puras se clasifican en **elementos** y **compuestos químicos**. Los elementos químicos son sustancias puras formadas por un solo tipo de átomo; por tanto, no es posible descomponerlos en otras más sencillas por procedimientos químicos. Un elemento químico presenta características propias que lo diferencian de los otros y aparece en la tabla periódica representado por un **símbolo** (**cuadro 2.1**).

Para saber más

Es casi imposible que una sustancia se encuentre 100% pura en la naturaleza. El grado de pureza requerido dependerá del uso que se le dé. Por ejemplo, existe la pureza química (entre 97 y 99.9% de pureza) y la comercial o grado técnico (entre 90 y 95% de pureza), lo cual es suficiente para la mayoría de los procesos industriales y para el uso en el hogar.

Cuadro 2.1 Propiedades y aplicaciones del oxígeno y del nitrógeno

Oxígeno (O ₂)	Nitrógeno (N ₂)
Gas incoloro, inodoro e insípido. Es una parte importante del aire (21%). Muy abundante en la corteza terrestre. Forma parte del agua, de los óxidos y de casi todos los ácidos y sustancias orgánicas. Se encuentra en todos los seres vivos. Es esencial para la respiración. Activa la combustión.	Gas incoloro, inodoro e insípido. Reacciona lentamente. Apaga la combustión. Es el mayor componente del aire (78%). Gas abundante en la corteza terrestre. Es constituyente de todas las proteínas (vegetales y animales) y de los ácidos nucleicos. Se usa como refrigerante y en la fabricación de amoníaco y ácido nítrico, etcétera.

Para saber más

Los símbolos químicos se crearon por acuerdo internacional para facilitar la comunicación entre los científicos del mundo. Aunque la denominación de los elementos químicos difiera de una lengua a otra, su símbolo es el mismo. Por ejemplo, cloro, en español, se dice *chlorine* en inglés, *chlore* en francés y *klor* en danés, pero se representa siempre con el símbolo Cl. Mercurio, en español, se dice *mercury* en inglés, *mercure* en francés y *quecksilber* en alemán; sin embargo, en todos los casos se simbolizará Hg.

Si revisas las **figuras 2.2 y 2.3** de la página anterior, verás que el oxígeno y el nitrógeno están representados en sus formas **diatómicas** (O_2 y N_2), es decir, están formados por dos átomos (la parte más pequeña que puede existir y exhibir las propiedades de un elemento). En la naturaleza, siete elementos tienen moléculas diatómicas. Estos son el hidrógeno (H_2), el nitrógeno (N_2), el oxígeno (O_2), el flúor (F_2), el cloro (Cl_2), el bromo (Br_2) y el yodo (I_2).

Aunque en el aire el oxígeno se encuentra principalmente en su forma diatómica, también existe en una muy pequeña cantidad en su forma **triatómica**, el ozono (O_3). Éste constituye la **capa de ozono**, localizada a más de 25 km de altura sobre la corteza terrestre, y nos protege de la **radiación ultravioleta** emitida por el Sol. El azufre, el fósforo y el carbono, entre otros, también forman alótropos.

En el caso del carbono, algunos de ellos son el grafito (**figura 2.4**), el diamante (**figura 2.5**), los fulerenos y el grafeno. El acomodo geométrico de los átomos de carbono le confiere a cada forma alotrópica propiedades muy diferentes (**figura 2.6**). En el **grafito**, cada átomo está unido a otros tres en un plano formado de celdas hexagonales. Este material es blando y las diferentes capas que lo constituyen se deslizan unas respecto de otras.



Figura 2.4 El grafito, que posee brillo metálico, es negro, quebradizo y refractario. Además, conduce la corriente eléctrica.

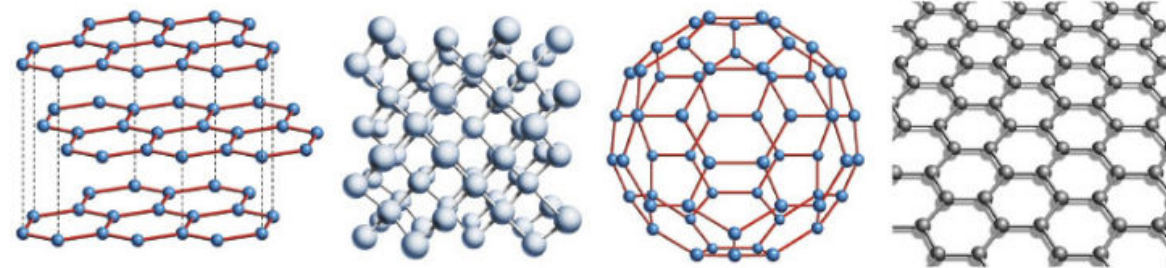


Figura 2.5 El diamante, un material de gran dureza, es cristalino y va de transparente a opaco. Es un excelente aislante eléctrico.

En el **diamante**, cada átomo está unido a otros cuatro, por lo que presenta una estructura cristalina cúbica. Es uno de los materiales más duros que se conocen.

Los **fulerenos** están formados por estructuras hexagonales combinadas con pentagonales, lo que produce una curvatura en los planos, que da formas esféricas o cilíndricas. Presentan resistencia térmica y superconductividad.

El **grafeno** tiene la apariencia de una serie de mosaicos hexagonales planos, por lo que se dice que es bidimensional. Este material es transparente, flexible, impermeable, muy resistente y conduce perfectamente la electricidad.



Estructura cristalina del grafito

Estructura cristalina del diamante

Estructura de un fullereno

Estructura del grafeno

Figura 2.6 Alótropos del carbono. Observa sus diferentes estructuras interatómicas.

Elementos químicos

En la actualidad se conocen **114 elementos** químicos, de los cuales, 92 se han encontrado en la naturaleza y los otros se han creado artificialmente, en reactores atómicos o con aceleradores de partículas. Casi todos los elementos sintéticos son transuránicos ("más allá del uranio") e inestables, y existen sólo durante milésimas de segundo en los reactores.

La historia del descubrimiento de cada elemento químico es fascinante, igual que la procedencia de sus nombres, que aluden a los astros del Sistema Solar, a seres mitológicos, a nombres de científicos, etcétera. Veamos un ejemplo. Pierre y Marie Curie, quienes descubrieron dos nuevos elementos: el polonio (Po), nombrado así porque Marie era de origen polaco, y el radio (Ra), llamado así por su intensa **radiactividad**; el primero, en julio de 1898, y el segundo, en diciembre de ese mismo año. En 1902, Marie obtuvo un gramo de cloruro de radio a partir de poco más de ocho toneladas de pechblenda, un mineral rico en óxido de uranio, de color verde o pardo.

En 1903, Antoine Henry Becquerel y Pierre y Marie Curie ganaron el Premio Nobel de Física por sus investigaciones en torno a la radiactividad. En 1911, Marie Curie obtuvo el Premio Nobel de Química por haber descubierto los elementos radio y polonio. Ya que en ese tiempo se desconocían los efectos nocivos de esas sustancias, Marie y Pierre no usaban equipo de seguridad para protegerse. Pierre murió en 1906, a la edad de 45 años, y Marie en 1934, a los 66 años. En 1933, la hija mayor del matrimonio Curie, Irène Joliot-Curie (1897–1956), también obtuvo el Premio Nobel de Química, por su descubrimiento de la **radiactividad artificial**. La historia de la familia Curie es un ejemplo muy claro de tenacidad y esfuerzo (**figura 2.7**).



Figura 2.7 Marie Curie con sus hijas Eve e Irène. Marie Curie ganó dos premios Nobel en su vida, e Irène, uno.

Compuestos químicos

Un **compuesto** es una sustancia pura susceptible de descomponerse en otras dos, o más, sustancias puras aún más simples y diferentes por medios químicos, como la **electrólisis**. Por ejemplo, una corriente eléctrica es capaz de descomponer el agua (un compuesto) en hidrógeno y oxígeno (los elementos que la forman).

Los compuestos, que son el resultado de la unión entre dos o más elementos químicos, se representan mediante una **fórmula química**; por ejemplo, el agua se representa como H_2O , el propanol (o alcohol propílico) como C_3H_8O y la adrenalina como $C_9H_{13}NO_3$ (**figura 2.8**).

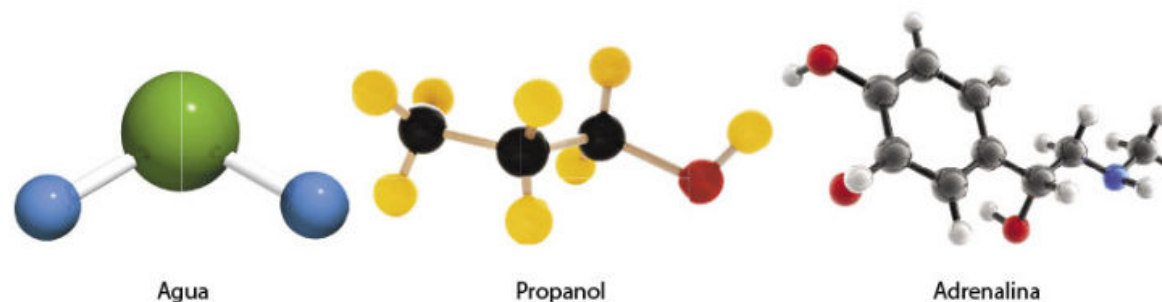


Figura 2.8 El agua, el propanol y la adrenalina son ejemplos de compuestos químicos. Aquí se muestran modelos de sus moléculas.

Si quieres conocer el origen del nombre de algunos elementos, te invitamos a ver:

<http://www.redir.mx/SQC-081a>.

Para saber más de Marie y Pierre Curie, visita:

<http://redir.mx/SQC-081b>.

GLOSARIO

Electrólisis.

Descomposición de una sustancia en disolución por medio de corriente eléctrica.

conect@mos

Ingresa al vínculo de internet que se proporciona para que te enteres de cómo se descubrió el grafeno.

<http://www.redir.mx/SQC-082>.

Un **compuesto** se obtiene al combinarse los átomos de dos o más elementos en proporciones fijas y sencillas. Por ejemplo, si se analizan muestras de agua de distintos sitios: un lago, un charco, una botella de agua, una llave, etcétera, todas serán H_2O , es decir, tendrán 11.2% en masa de hidrógeno y 88.8% en masa de oxígeno.

Como cada compuesto tiene una composición fija, tiene un conjunto particular de propiedades físicas y químicas, las cuales, además, son diferentes a las de los elementos que lo forman (**cuadro 2.2**).

Cuadro 2.2 Diferencias entre algunas de las propiedades del oxígeno, las del hidrógeno y las del agua

Propiedades	Sustancia		
	Oxígeno	Hidrógeno	Agua
Estado de agregación	gas	gas	líquido
Relación con la combustibilidad	Aviva las combustiones	Es combustible	No es combustible ni aviva las combustiones
Temperatura de fusión ($^{\circ}C$)	-218	-259	0
Temperatura de ebullición ($^{\circ}C$)	-186	-253	100
Densidad (g/cm^3)	0.00143	0.0009	1

Aproximación al conocimiento científico

Ya aprendiste que hay dos tipos de sustancias puras: elementos y compuestos. En esta actividad, junto con tu equipo llevarás a cabo la separación del agua (un compuesto), mediante el paso de la corriente eléctrica.

Material: ¿qué necesitamos?

Cartón delgado, tijeras, dos lápices con punta por ambos lados, un recipiente mediano de vidrio, agua caliente, sal, una batería nueva de 9 voltios, alambre eléctrico y cinta adhesiva.

Desarrollo: ¿qué hacemos?

1. Investiguen cómo se lleva a cabo la electrólisis del agua y diseñen un experimento con el material sugerido.
2. Propongan el desarrollo de su experiencia a su profesor para que los supervise en todo momento.
3. Desarrollen el experimento y anoten todas las observaciones.
4. En el análisis de resultados, dibujen el dispositivo que montaron y contesten las siguientes preguntas.

Análisis de resultados: ¿qué concluimos?

- » En el dispositivo que armaron, ¿qué compuestos utilizaron? Justifiquen su respuesta.
- » ¿Qué alótropo del carbono usaron?
- » ¿Cómo saben que durante la electrólisis del agua ocurrió una reacción química?
- » ¿Se desprendieron gases? ¿Cuáles? ¿Son compuestos o elementos?

Representación de mezclas, compuestos y elementos con el modelo corpuscular

Para la ciencia es muy importante la modelización, es decir, establecer un vínculo entre la teoría y el fenómeno estudiado por medio de modelos.

Un **modelo científico** ayuda a describir e interpretar la realidad. Si sus postulados sirven para predecir el comportamiento del sistema que estudia, el modelo es útil y se acepta; en caso contrario, sus postulados deben ampliarse, cambiarse o, en caso necesario, desecharse.

En un momento veremos cómo se aplica el **modelo cinético corpuscular** para representar y diferenciar mezclas, compuestos y elementos. Sin embargo, primero queremos repasar contigo las fechas clave del desarrollo de este modelo y su empleo para explicar los diferentes estados de la materia (**figura 2.9**).

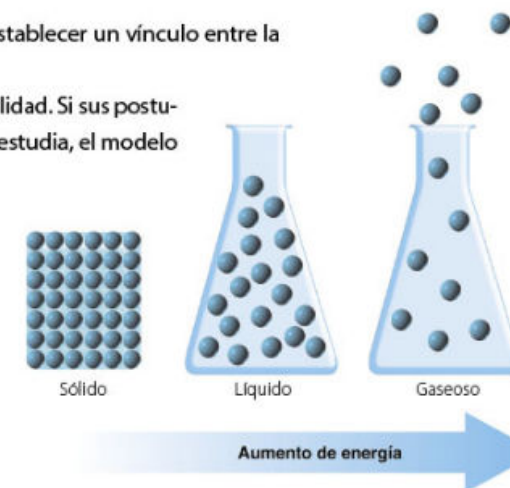


Figura 2.9 El modelo cinético corpuscular facilitó describir, explicar y predecir el comportamiento de la materia al cambiar de un estado a otro.

- » En 1808, John Dalton publica su modelo atómico, que dice que la materia está formada por unas partículas indivisibles llamadas *átomos*, diferentes entre una sustancia y otra. Dalton también postula que las partículas de los gases no están en reposo, sino en continuo movimiento, de forma que chocan entre ellas y contra todos los objetos, rebotan y ocupan, por tanto, todo el espacio disponible (modelo cinético).
- » En 1857, apoyado en trabajos de Daniel Bernoulli, Rudolf. J. E. Claus desarrolla el modelo cinético en forma matemática y establece que el choque de las partículas gaseosas se manifiesta en la presión, que depende de la cantidad de gas, la temperatura y el volumen.
- » En 1860, Stanislao Cannizzaro presenta en un congreso la obra del fallecido Amadeo Avogadro, que indica que las partículas de los gases no son átomos, sino moléculas (uniones de átomos).
- » En 1870, James Clerk Maxwell y Ludwig Boltzmann señalan que las moléculas de un gas se mueven a velocidades variables debido a los múltiples choques que se producen. La energía cinética media, que es el promedio de la energía de las partículas en movimiento, está relacionada directamente con la temperatura.

En el caso del modelo cinético corpuscular, la palabra "corpúsculo" significa "partícula". Es decir, este modelo trabaja con las partículas antes mencionadas: átomos y moléculas, entre los que se incluye a los **iones**.

Dichas partículas se pueden representar por pequeñas esferas de colores para diferenciarlas y facilitar su comprensión con o sin guardar sus proporciones, e incluso señalándolas por su nombre, o se pueden representar con diferentes figuras, como rombos o triángulos, con una intención didáctica (**figura 2.10**).

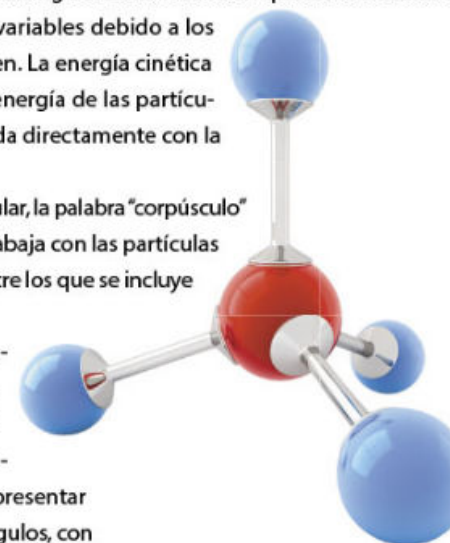


Figura 2.10 Cuatro átomos de hidrógeno y uno de carbono forman una molécula del compuesto metano. Aquí se representa con un modelo de esferas y barras.

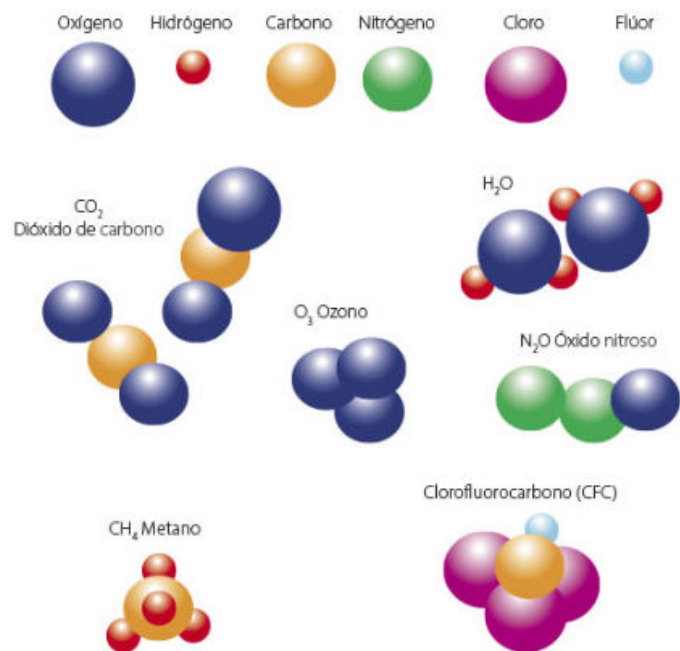
GLOSARIO Ión. Átomo o grupo de átomos cargados eléctricamente.

Para saber más

Los modelos en la ciencia pueden ser bocetos, dibujos, esquemas, prototipos, mapas conceptuales, simulaciones por computadora, fórmulas matemáticas y maquetas, entre otros.

Figura 2.11 Representaciones de algunas moléculas (segunda y tercera fila). Arriba se indica cómo se están representando los diferentes átomos (por ejemplo, la esfera roja es el hidrógeno).

Sin embargo, es posible que encuentres a los átomos representados por esferas sencillas. Donde, si éstas son del mismo color y tamaño, pertenecen al mismo elemento. Las moléculas se representan por dos o más esferas unidas que, si son del mismo elemento, son del mismo tamaño y color. Si son de compuestos, se representan por dos o más esferas unidas de diferentes tamaños y colores (**figura 2.11**). Las representaciones pueden guardar una relación directa con el tamaño de los átomos, es decir, estar a escala.



Dos átomos de oxígeno y uno de carbono forman una molécula del compuesto dióxido de carbono. Tres átomos de oxígeno forman el ozono. Cuatro átomos de hidrógeno y uno de carbono forman una molécula del compuesto metano.

Ahora bien, este modelo también se emplea para representar las diferentes mezclas que existen. Véanse los ejemplos de las **figuras 2.12 y 2.13**.

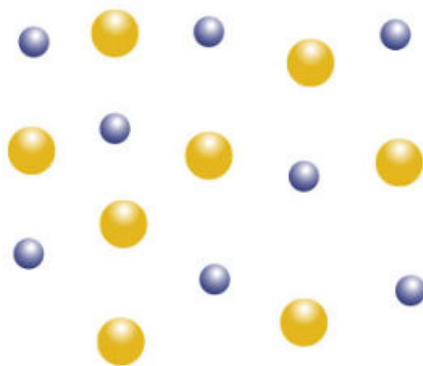


Figura 2.12 Representación de una mezcla homogénea de gases nobles (monoatómicos): helio (esferas azules) y neón (esferas amarillas).

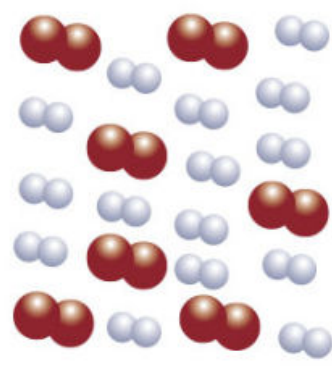


Figura 2.13 La imagen representa una mezcla de moléculas diatómicas de hidrógeno (esferas blancas) y oxígeno (esferas rojas).

Las mezclas se pueden estudiar con el modelo corpuscular. En ocasiones, las sustancias que las conforman se representan con esferas de algún color en las que señalan su nombre; en otras, se emplean las representaciones elementales o moleculares de los componentes.

Integramos

La materia está formada por mezclas o por sustancias puras (elementos y compuestos); principalmente se encuentra en la segunda forma. Recuerda que un elemento está formado por átomos iguales, mientras que un compuesto está constituido por átomos diferentes.

Esta clasificación puede ser representada por el modelo corpuscular, que ya hemos utilizado para interpretar los cambios de estado de la materia. Éste nos ha ayudado a interpretar la materia, incluso la imperceptible. También ha hecho posible explicar el comportamiento de las sustancias bajo ciertas condiciones.

En la actualidad, los químicos utilizan el modelo corpuscular y el conocimiento que tienen de los elementos (propiedades físicas y químicas) para predecir teóricamente si una reacción es susceptible de reproducirse en el laboratorio y cuáles son sus productos.

Desarrolla tu pensamiento científico

1. Regresa a la sección "Comenzamos" y clasifica nuevamente las sustancias, pero ahora utilizando el criterio de mezcla, elemento y compuesto. Si ya lo habías hecho de esta manera, revisa si lo hiciste correctamente.
 2. Clasifica como mezcla, elemento o compuesto al argón, al ácido clorhídrico, al aire, al oro, al agua oxigenada, al ácido sulfúrico diluido en agua, al chocolate, al maíz y al acero.
 3. Representa las siguientes mezclas, elementos o compuestos mediante el modelo corpuscular e indica cómo se clasifican: agua y cloruro de sodio; etanol y agua; hierro y aire; hidrógeno; etanol y metanol.
 4. En la actualidad, la luz artificial es de gran importancia para iluminar espacios en diferentes ámbitos de la vida cotidiana (**figura 2.14**). Muchos elementos químicos están relacionados tanto con la emisión de luz como con la fabricación de lámparas.
 - Investiga en fuentes de información algunos de los elementos químicos que se utilizan para tal fin y cuál es su principal función.
 - Observa las lámparas que se utilizan en la calle, en el hogar, en las industrias, en la escuela, en oficinas, etcétera, y averigua por qué se prefiere uno u otro tipo en cada caso.
 5. Investiga los usos de algunos elementos radiactivos en los siguientes campos:
 - » Agricultura y alimentación
 - » Medicina
 - » Paleontología y geología
- Con la información que obtuviste elabora un pequeño ensayo. Preséntalo a tu profesor y a tus compañeros.



Figura 2.14 Las lámparas de luz de neón son muy llamativas.

conect@mos

Lee respecto al modelo corpuscular en:

<http://www.redir.mx/SQC-085a>

<http://www.redir.mx/SQC-085b>

APRENDIZAJE ESPERADO. Identifica los componentes del modelo atómico de Bohr (protones, neutrones y electrones), así como la función de los electrones de valencia para comprender la estructura de los materiales.

Comenzamos

El modelo corpuscular de la materia te ayudará en la comprensión y representación de algunos fenómenos.

1. Analiza la **figura 2.15** y relaciónala con los conocimientos que ahora tienes acerca del modelo corpuscular de la materia. Contesta las preguntas.

- » Si haces una **analogía**, ¿qué representarían los granos de arena?
- » ¿La materia es continua o discontinua? ¿Por qué?
- » ¿Cuál fue el primer modelo atómico y cómo ha cambiado con el paso de los años?
- » ¿Qué hay dentro de los átomos?
- » ¿Cuántas partículas subatómicas se han descubierto?
- » ¿Cómo se llaman los electrones más alejados del núcleo y cuál es su función principal?



Figura 2.15 Acercamiento de las partículas que forman un castillo de arena.

Aprendemos

Como has visto, la materia está constituida por **átomos**. Sin embargo, dilucidar la estructura de éstos y proponer un modelo que la explique no ha sido sencillo. Ha tomado miles de años. ¿Cómo han contribuido a ello filósofos y científicos de varias partes del mundo y de distintas épocas?

En la región de Asia Menor surgieron los primeros intentos por explicar la diversidad del mundo material y cómo se relaciona a partir de una o varias sustancias fundamentales y sus transformaciones. Por ejemplo, Tales (625-546 a. C.), oriundo de la ciudad de Mileto, postuló que la diversidad de las cosas encuentra su unidad en un elemento primario: el agua.

Los filósofos griegos Leucipo, de cuya vida se sabe muy poco, y Demócrito (460-370 a. C.), su alumno, sostenían que la materia estaba compuesta por unas partículas diminutas e indivisibles a las que llamaron "átomos" (del griego *a*, que significa "sin"; y *tomon*, "corte"), es decir, "sin corte" o "sin división" (discontinuidad de la materia).

Analogía. Es una relación de semejanza entre cosas distintas, para comprender un concepto.

GLOSARIO

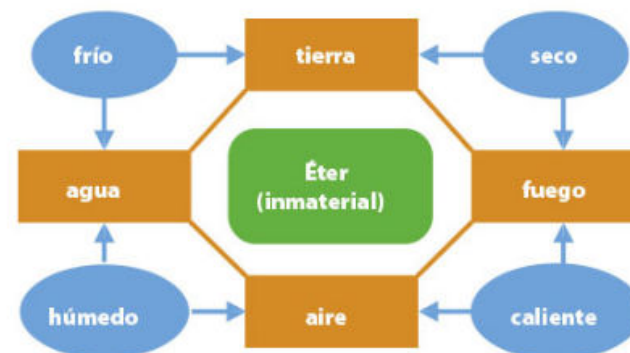
conect@mos

Si te interesa conocer un poco más sobre las ideas que tenían los filósofos griegos sobre los elementos y los átomos, te invitamos a revisar el contenido de la siguiente dirección electrónica:

<http://www.redir.mx/SQC-086>.

Demócrito pensaba que los átomos del agua eran lisos y redondos, de ahí su capacidad para fluir; y los del fuego, por su parte, estaban cubiertos de espinas, por eso dolía quemarse. El alma también estaba compuesta de átomos, unos muy especiales: más pequeños, más regulares y más movibles. Como trató al mayor número de fenómenos posibles como materiales, se le llamó el "padre del materialismo". Cada material estaba compuesto por átomos diferentes, eternos, indestructibles y en constante movimiento, que estaban separados por vacío y que se unían unos a otros con ganchos; a estos "ganchos" ahora les llamamos **fuerzas interatómicas**.

Para Platón (427-347 a. C.) y Aristóteles (384-322 a. C.), la materia era continua, es decir, infinitamente divisible y no había huecos entre los elementos que la constituían: tierra, agua, aire y fuego. A esta lista, Aristóteles agregó posteriormente un quinto elemento al que llamó "éter", formador de los cielos (**figura 2.16**).



Para saber más

Dalton, cuyo modelo atómico fue rechazado hasta que Clausius lo retomó en 1850, también publicó el libro *Nuevo sistema de filosofía química*, en el que explicaba leyes químicas y el principio físico de conservación de la masa en términos atómicos, y en el que presentó una tabla de las masas atómicas de los elementos descubiertos hasta el momento, tomando como unidad al hidrógeno por su cualidad de ser el elemento más ligero.

Figura 2.16 Los elementos de la materia y sus propiedades, según Aristóteles.

Cabe señalar que ni Leucipo ni Demócrito ni Aristóteles ni Platón hicieron experimentos para demostrar sus afirmaciones, sólo especulaban respecto a la discontinuidad o continuidad de la materia. Por cierto, Demócrito también sostenía que "un cuerpo en movimiento continuaba en movimiento hasta que algo interviniera para alterarlo". Lo cual es el antecedente del concepto inercia, que originó a la **primera ley del movimiento** de Isaac Newton.

Aunque no coincidía con el trabajo de Demócrito, fue Aristóteles quien lo difundió y comentó ampliamente. La idea de la **continuidad de la materia** prevaleció por más de 2 000 años, hasta que el científico inglés John Dalton (1766-1844) (**figura 2.17**) demostró su discontinuidad apoyado en actividades experimentales y en el análisis cuantitativo.

El **modelo** con el que Dalton buscaba explicar la estructura de la materia consistía en pequeñas **esferas sólidas y rígidas**. Este modelo no lograba explicar la naturaleza eléctrica de la materia y, al descubrirse la existencia de partículas subatómicas, se comprobó que los átomos no eran esferas rígidas, indivisibles e indestructibles. No obstante, la materia sí era discontinua.

Entonces, aunque se había definido una característica singular de los átomos que posibilitaba distinguirlos de los demás, su **masa**, y se proporcionaba una prueba de que éstos podían ser la partícula fundamental que constituye a la materia, aún no se esclarecía lo que pasaba con otros fenómenos, por ejemplo, la electricidad.



Figura 2.17 Dalton empleaba esferas macizas para explicar sus ideas.

conect@mos

Conoce más sobre las ideas de Dalton y sobre sus experimentos en <http://www.redir.mx/SQC-087>.

Culombio (C). Unidad de cantidad de carga y electricidad del SI, que equivale a la cantidad de electricidad transportada en un segundo por una corriente de un amperio.

GLOSARIO

Los modelos de Thomson y Rutherford

En 1891, el físico irlandés George Stoney (1826-1911) propuso que había una partícula de carga eléctrica a la que llamó *electrón*, pero no logró comprobar su existencia. Fue el físico



Figura 2.18 Joseph John Thomson obtuvo el Premio Nobel de Física en 1906.

inglés Joseph John Thomson (1856-1940) quien la descubrió mientras estudiaba el comportamiento de los rayos catódicos en 1897 (**figura 2.18**) y también fue él quien definió que el electrón tenía una unidad de carga eléctrica negativa, en tanto que el estadounidense de origen escocés Robert Millikan (1868-1953) fue quien determinó, en 1909, el valor de dicha carga (-1.602×10^{-19} **culombios**) con un célebre experimento llamado *de la gota de aceite*. El electrón, que es aproximadamente mil veces más ligero que el hidrógeno, fue la primera partícula subatómica encontrada.

Tras el descubrimiento del electrón, **Thomson** propuso un modelo atómico que tenía en cuenta su existencia. Su **modelo**

era **estático** porque suponía que los electrones estaban dentro del átomo en un estado de reposo. Dicho modelo era como una especie de gelatina o pastel en la que los electrones

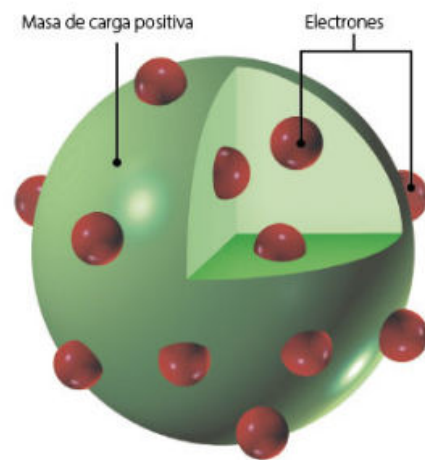


Figura 2.19 Thomson consideraba al átomo como una gran esfera con carga eléctrica positiva, dentro de la cual se encontraban distribuidos los electrones.

estaban incrustados de manera uniforme en una masa esférica de carga positiva como si fueran pasas (**figura 2.19**). Ya que la carga total de los electrones (negativa) era igual que la de la masa (positiva), el átomo era en su conjunto eléctricamente neutro. Muchos científicos se resistían a aceptar el modelo atómico de Thomson, pues lo consideraban muy simple, y las investigaciones al respecto continuaron.

En 1895, Ernest Rutherford (1871-1937) empezó a trabajar en el laboratorio Cavendish en Cambridge, junto con Thomson. Sus investigaciones se enfocaban en los rayos X y en las radiaciones que descubrió el físico francés Henri Becquerel (1852-1908). Rutherford encontró que hay al menos dos tipos dife-

rentes de radiactividad, que llamó alfa y beta; los primeros eran detenidos por una hoja de aluminio, mientras que los segundos eran tan penetrantes como los rayos X. Posteriormente, se descubrieron los rayos gamma, un tipo de radiación más penetrante que las anteriores.

En 1898, Rutherford partió a la Universidad McGill, en Canadá, para continuar sus estudios acerca de los rayos alfa. Descubrió que, en presencia de campos magnéticos, se desviaban en forma opuesta a los electrones. Entonces, tenían carga positiva. Además, poseían cuatro veces la masa del hidrógeno (**figura 2.20**).



Figura 2.20 Ernest Rutherford ganó el Premio Nobel de Química en 1908, por sus investigaciones acerca de la desintegración de los elementos y la química de las sustancias radiactivas.

Entre los años 1906-1911, ahora en la Universidad de Manchester, Rutherford y sus colaboradores, Hans Geiger (1882-1845) y Ernest Marsden (1889-1970), investigaron bombardeando láminas de metal, como el oro o el platino, con partículas alfa (que ya se sabía que eran átomos de helio cargados positivamente). Pensaban que si el modelo de Thomson era correcto, las partículas atravesarían la lámina prácticamente sin desviarse.

Rutherford, Geiger y Marsden encontraron que, aunque la mayoría de las partículas sí pasaron casi sin desviarse, algunas sufrieron desviaciones de hasta 90°, mientras un número muy pequeño se desvió incluso 180°, es decir, invirtieron su trayectoria (**figura 2.21**).

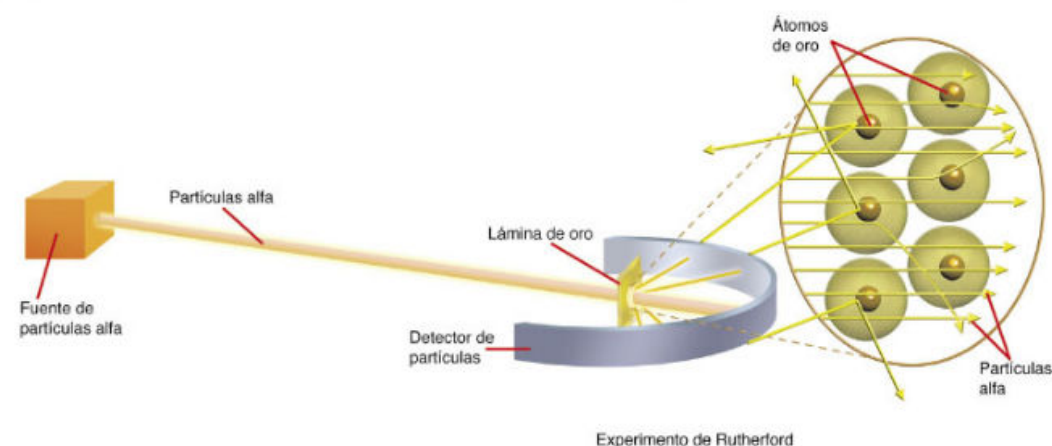


Figura 2.21 Representación del experimento de Rutherford, Geiger y Marsden.

Varios hechos llevaron a Rutherford a señalar que el átomo está formado principalmente por espacio vacío y un núcleo positivo: el que la **cinemática** elemental indicara que las partículas alfa sólo serían repelidas hacia atrás si golpeaban un objeto cuya masa fuera mayor que la suya; el análisis del número de partículas alfa dispersadas en función de su ángulo de dispersión, y el hecho de que las cargas opuestas se atraen y las similares se repelen. En 1911, **Rutherford** propuso el **modelo nuclear del átomo**, según el cual el núcleo era muy pequeño respecto al resto, y los electrones giraban en órbitas, alrededor de él, tal como lo hacen los planetas alrededor del Sol. Dentro de este núcleo se encontraban contenidas las cargas positivas y en él se concentraba casi toda la masa del átomo (**figura 2.22**).

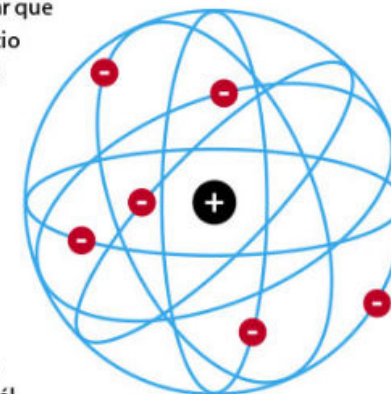


Figura 2.22 En el modelo atómico de Rutherford, el núcleo tiene una carga positiva y posee la mayor parte de su masa. Alrededor de él giran los electrones con carga negativa.

El tamaño de un átomo es unas 10 000 veces mayor que el del núcleo. Imagina que pones un grano de arroz de unos 4 mm de largo en el centro del ruedo de la Monumental Plaza de Toros México, cuyo diámetro es de 43 m. Si te subieras a las gradas, ¿alcanzarías a ver el grano de arroz? Ésa es más o menos la relación entre el átomo y su núcleo. Siguiendo la analogía, los electrones se encontrarían en las gradas girando alrededor del ruedo.

En la conferencia de Solvay de 1913, Marie Curie hizo referencia al modelo atómico de Rutherford como lo haría nuevamente en algunas publicaciones subsecuentes. Thomson presentó un escrito en el que no mencionaba ni el trabajo de Rutherford ni el del físico danés Niels Bohr (1885-1962); y este último hizo su primer intento por aplicar la mecánica cuántica a la estructura atómica y utilizó el modelo nuclear de Rutherford para explicar las líneas del espectro del átomo de hidrógeno.

Cinemática. Parte de la mecánica clásica que describe el movimiento de los sistemas sin atender a las causas que los producen.

GLOSARIO

Para saber más

En la naturaleza existen muchos isótopos, y sus aplicaciones abarcan desde la medicina hasta el arte. Por ejemplo, el plomo-210 se emplea para determinar la falsificación reciente de una pintura; el torio-230 sirve para determinar la edad de sedimentos oceánicos antiguos, y el cobalto-60 se aplica como terapia contra el cáncer (figura 2.23).

Figura 2.23 En la radioterapia se emplea el cobalto-60 como fuente de radiación.



conect@mos

Si deseas saber más sobre las partículas que constituyen el átomo, revisa el contenido de la siguiente página:

<http://www.redir.mx/SQC-090>.

Poco tiempo después, el modelo de Rutherford fue descartado porque presentaba ciertas inconsistencias relacionadas con el movimiento de los electrones. Éstos tenderían a perder energía de movimiento al girar alrededor del núcleo y terminarían por colapsar con aquél.

Puede pensarse que con el descubrimiento del núcleo se descubrió indirectamente el protón, ya que este último es el núcleo del átomo de hidrógeno. No obstante, fue hasta 1919 que Rutherford demostró, al desintegrar el núcleo de nitrógeno, que estaba constituido por partículas a las que denominó **protones**. Éstos tienen el mismo valor de carga que los electrones, pero de signo positivo (1.602×10^{-19} culombios), y una masa 1836 veces mayor que la del electrón.

En 1920, Rutherford predijo la existencia de una partícula nuclear neutra que le daría estabilidad al núcleo, ya que éste sería muy inestable por la carga positiva tan condensada que tendría si sólo tuviera protones. En 1932, el físico inglés James Chadwick (1891-1974), exalumno de Rutherford, descubrió experimentalmente esta partícula neutra, al bombardear una lámina de berilio (Be) con partículas alfa y observar que emitía una radiación de muy alta energía, formada por partículas neutras de masa un poco superior a la de los protones. A esta tercera partícula elemental le llamó **neutrón**. Por sus descubrimientos, Chadwick recibió la medalla Hughes de la Real Sociedad de Londres en 1932 y el Premio Nobel de Física en 1935.

Chadwick encontró que el neutrón formaba parte del núcleo de todos los átomos menos del hidrógeno, porque trabajó con el **protio**, el **isótopo del hidrógeno** que no tiene neutrones.

Recuerda que los **isótopos** (del griego, *isos*, que significa "igual", y *topos*, que es "lugar") son átomos de un mismo elemento que tienen diferente número de masa atómica (suma del número de protones y neutrones), aunque su número de protones es igual. Es decir, en lo que varían es en el número de neutrones; no varía ni su número de protones (número atómico) ni el de electrones. Dos ejemplos de elementos con isótopos son el hidrógeno (protio, deuterio y tritio) (figura 2.24), y el carbono, cuyo isótopo más común es el carbono-12, pero tiene otros (figura 2.25).

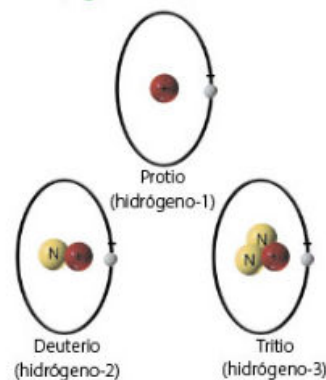


Figura 2.24 Se conocen tres isótopos del hidrógeno: el protio, que tiene un protón y ningún neutrón; el deuterio, que tiene un protón y un neutrón; y el tritio, que tiene un protón y dos neutrones.

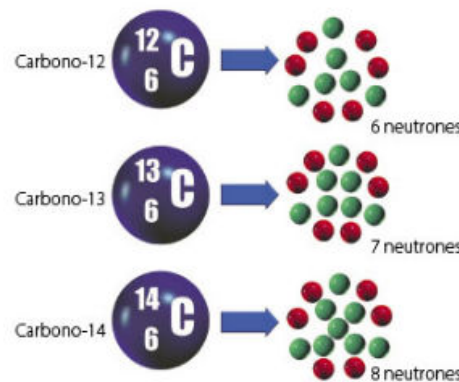
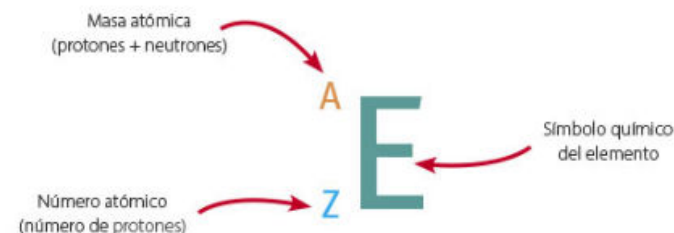


Figura 2.25 Observa que la cantidad de protones (indicados con las esferas rojas) es la misma, mientras que la de neutrones (indicados con verde) varía.

El modelo atómico de Rutherford y el descubrimiento del protón y del neutrón generaron un gran avance en el estudio de la materia y sentaron las bases para el ordenamiento periódico de los elementos, pues éste se define en función del **número de masa atómica (A)**, que es la suma del número de protones y neutrones que hay en el núcleo, y el **número atómico (Z)**, que es el número de protones presentes en el núcleo de un elemento. Así, los elementos se ordenan con base en el orden creciente de Z, en el sistema periódico.

De acuerdo con lo anterior, el hidrógeno común (el protio) tiene valores de $Z = 1$ y $A = 1$, mientras que el carbono que es más abundante en la naturaleza tiene valores de $Z = 6$ y $A = 12$. Por otra parte, los isótopos se representan con el número de masa atómica (A) como superíndice a la izquierda del símbolo del elemento, y con el número atómico (Z) como subíndice a la izquierda. Observa este ejemplo:



Para saber más

El 28 de octubre de 2011 se celebró el centenario de la primera Conferencia de Solvay, apellido del químico belga que buscaba fomentar con ella el estudio y el avance de la ciencia de su época, y quien patrocinó los gastos de sus asistentes, entre ellos Marie Curie, Einstein, Planck, Sommerfeld, De Broglie, Rutherford, Lorentz y Poincaré.

conect@mos

Si quieres saber más de la teoría atómica, visita: <http://www.redir.mx/SQC-091>.

Desarrolla tu pensamiento científico

- Analiza las preguntas e investiga sus respuestas en diversas fuentes de información. Si es necesario, utiliza las redes sociales para pedir ayuda.
 - ¿Por qué el trabajo de los filósofos griegos solamente se limitaba a imaginar y no a hacer experimentos para comprobar la naturaleza continua o discontinua de la materia?
 - ¿Qué sucedería con la materia que conforma el Universo si los electrones se estrellaran en el núcleo de sus átomos?
- Observa la figura 2.21 de la página 89 y contesta.
 - ¿Qué ocurría en el experimento de Rutherford cuando alguna partícula alfa era fuertemente repelida e invertía su trayectoria?
 - ¿Por qué algunas partículas alfa se desviaban ligeramente de su trayectoria?
 - ¿Qué hubiera ocurrido si en vez de los rayos alfa hubiera usado los beta o gamma?

El modelo atómico de Bohr

Como ya se mencionó, Niels Bohr propuso un nuevo modelo atómico que resolvía la inestabilidad del de Rutherford, su maestro. Bohr mantuvo la estructura planetaria del modelo anterior, pero introdujo una serie de condiciones al comportamiento de los electrones, que giraban alrededor del núcleo en un número limitado de órbitas estables.

Un electrón no es capaz de moverse a cualquier distancia del núcleo, sino sólo a ciertas distancias. Éste no emite energía al girar alrededor del núcleo en una órbita estable; en cambio, sí la gana al saltar de una órbita de menor energía a una de mayor energía (absorbe un **cuanto de energía**), y la pierde al saltar de una órbita de mayor energía a una de menor energía (libera un cuanto de energía en forma de luz). Los saltos ocurren espontáneamente de una órbita permitida a otra, sin pasar por ninguna intermedia (figura 2.26). La energía de la órbita es mayor, mientras mayor sea su radio, es decir, las órbitas más externas son de mayor energía que las más internas.

Debido a los saltos energéticos de absorción o emisión de energía, y a la existencia de órbitas definidas, el modelo de Bohr es un **modelo cuántico**. En él, a cada órbita le corresponde un nivel energético que recibe el nombre de **número cuántico principal**, que se representa con la letra n y toma valores de 1 hasta 7. Además, cada nivel de energía (orbital) tiene un número máximo de electrones, el cual se calcula con la siguiente fórmula: $2n^2$ (figura 2.27).

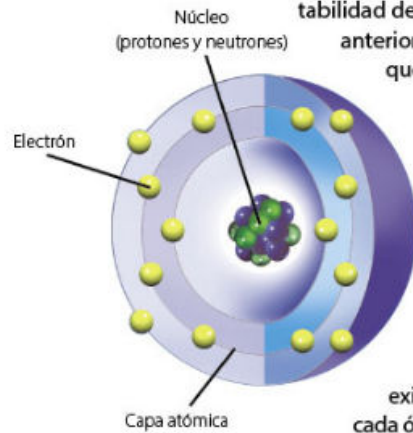


Figura 2.26 En el modelo atómico de Bohr los electrones se encuentran en capas definidas o niveles de energía, los cuales se encuentran a una distancia considerable del núcleo.



n	Número máximo de electrones
1	2
2	8
3	18
4	32

Figura 2.27 Representación de las primeras cuatro órbitas del modelo de Bohr.

En un átomo, a los electrones situados en el último nivel (**capa de valencia**) se les denomina **electrones de valencia**. Los que se encuentran más cercanos al núcleo reciben el nombre de **electrones internos** (figura 2.28).

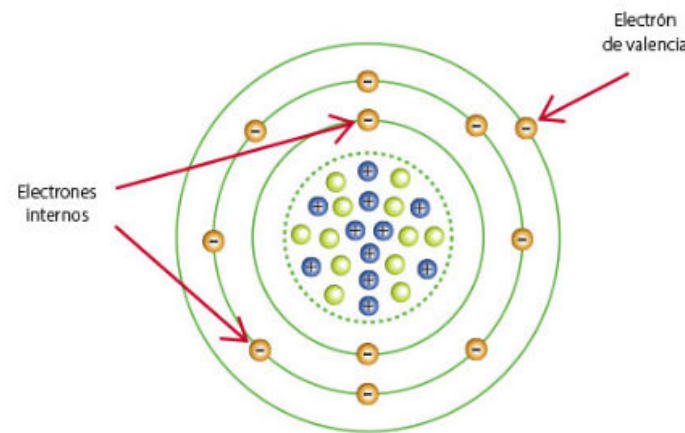


Figura 2.28 Representación del isótopo sodio-23 con su electrón de valencia.

Aunque Bohr (figura 2.29) centró sus estudios en el átomo de hidrógeno, su modelo también se usa para comprender los átomos de otros elementos, como los **representativos**, en especial los que tienen en su capa de valencia un solo electrón como los metales alcalinos: litio (Li), sodio (Na), potasio (K), rubidio (Rb), cesio (Cs) y francio (Fr). Para cuestiones didácticas el modelo de Bohr ayuda a entender cómo se encuentran localizados los electrones en los átomos (figura 2.30).

El modelo de Bohr explica muy bien el espectro del hidrógeno, pero no el de otros elementos, por eso se ha propuesto la existencia de subniveles de energía en cada nivel energético, o Sommerfeld (1916), por ejemplo, ha sugerido también órbitas casi elípticas para los electrones y velocidades relativistas.



Figura 2.29 Niels Bohr recibió el Premio Nobel de Física en 1922 por su investigación de la estructura de los átomos y de la radiación que emana de ellos.

Desarrolla tu pensamiento científico

1. Lleva a cabo la actividad propuesta.

- » Formen un equipo de trabajo y construyan una línea del tiempo en la que señalen cómo evolucionó el conocimiento acerca de la materia y el modelo atómico.
- » Señalen las características de los modelos estudiados y por qué eran mejores que el modelo anterior.
- » Indiquen los problemas que enfrentaron Dalton, Thomson y Bohr respecto a la descripción del modelo de la estructura del átomo. ¿Cuál es el motivo por el que, a pesar de sus imprecisiones, estos científicos son tan importantes para el conocimiento que tenemos actualmente de la estructura de los átomos?
- Comenten con sus demás compañeros sus respuestas y con el apoyo del profesor, complementenlas.

Los electrones de valencia

Los electrones son los responsables de que exista un **enlace químico**, pero no todos los electrones de un átomo participan en él, sólo sus **electrones de valencia**; es decir, los electrones que se encuentran en la región más alejada del núcleo y que son los que un átomo es capaz de **captar, ceder o compartir** a la hora de formarse un enlace.

¿Por qué supones que sea así? Porque entre los protones y los electrones de un átomo hay una atracción electrostática que disminuye a medida que la distancia entre ellos aumenta. Por ende, los electrones que están sometidos a **fuerzas de atracción** más débiles (los localizados en la parte más alejada del núcleo), esto es, los que están en la capa externa o **capa de valencia** son los que interactúan con los electrones de otros átomos. Los electrones que no son de valencia (los internos) están más cercanos al núcleo y por eso la atracción de éste hacia ellos es mayor.

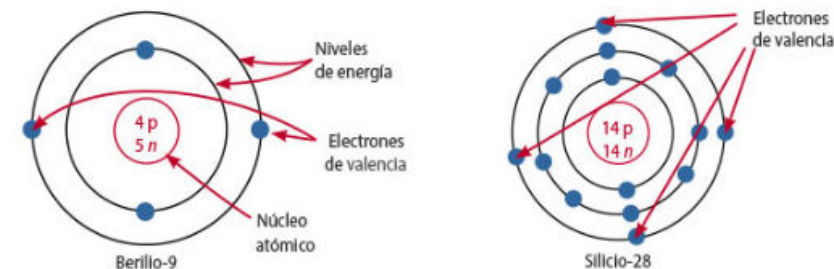


Figura 2.30 Átomos del berilio-9 (único isótopo estable del berilio) y del silicio-28.

Desarrolla tu pensamiento científico

1. Lleva a cabo lo que se te pide.

- Representa, en tu cuaderno, el modelo de Bohr de los siguientes elementos, con sus respectivos electrones internos y de valencia.

calcio	20 electrones, 20 protones
helio	2 electrones, 2 protones
hierro	26 electrones, 26 protones
escandio	21 electrones, 21 protones
cobalto	27 electrones, 27 protones
cobre	29 electrones, 20 protones
neón	10 electrones, 10 protones

- » Comenta con tus demás compañeros sus representaciones y, con el apoyo del profesor, compleméntenlas o corríjanlas.

Integramos

Durante el desarrollo de esta lección has comprobado que los conocimientos científicos no son verdades absolutas, los resultados a los que llegan los investigadores son tentativos: la ciencia siempre está en busca de mejores explicaciones. En este caso, los conocimientos generados fueron resultado del trabajo de un gran número de personas que buscaban responder, entre otras cosas, de qué manera se encuentra constituida la materia que nos rodea. Así, el modelo del átomo que conocemos actualmente ha sido el producto de una amplia gama de estudios y trabajos experimentales desarrollados a lo largo de muchos años.

En 2013 se cumplen cien años de la propuesta del modelo de Bohr, el cual es el más utilizado para explicar la estructura atómica, aunque han surgido diversas variantes de éste, que se aproximan más a la constitución y el funcionamiento del átomo.

Desarrolla tu pensamiento científico

1. Regresa al apartado Comenzamos y verifica las respuestas que diste. ¿En qué cambiaron? Corrígelas si es necesario.
2. Contesta estas preguntas.
 - » ¿Por qué los átomos no son esferas rígidas como postuló Dalton en su modelo?
 - » ¿Por qué el postulado de que los átomos no son indivisibles ya no está vigente?
3. Investiga los usos que se les pueden dar a los siguientes isótopos: arsénico-74, bromo-82, lantano-140, nitrógeno-15 e hidrógeno-3.
4. Lee el texto y contesta.

El zoológico de partículas

Al descubrirse el neutrón se pensó que ya se habían encontrado todas las partículas fundamentales y que, con el electrón, el protón y el neutrón, era posible construir todos los átomos que formaban la materia ordinaria.

No obstante, en 1932, año en que se descubrió el neutrón, el físico estadounidense Carl David Anderson (1905-1991) detectó el positrón, otra partícula elemental cuya existencia había sido predicha años antes por el físico británico Paul Adrien Maurice Dirac (1902-1984). Esta era idéntica al electrón, pero su carga era positiva (e^+).

El descubrimiento del positrón fue el precursor de otros. Así, se encontró una gran cantidad de partículas elementales que, si bien no forman parte de la materia ordinaria, se producen o desaparecen durante algunas reacciones que tienen lugar bajo ciertas condiciones.

Los experimentos en aceleradores de partículas (figura 2.31) contribuyeron a crear el denominado "zoológico de partículas", un conjunto de nuevas partículas elementales para las cuales aún no existía una explicación teórica.

En la década de 1960, se descubrieron los quarks, partículas halladas en los protones y los neutrones, que fueron bautizados así por el físico estadounidense Murray Gell-Mann. El nombre lo tomó de la obra *Finnegans Wake*, del escritor irlandés James Joyce, a quien le gustaba jugar con las palabras y *quark* era una palabra inventada por él.

El modelo de quarks fue descubierto de forma independiente por el físico estadounidense George Zweig. Su propuesta original de llamarlos ases, como los dioses escandinavos o como las cartas de la baraja, no tuvo éxito como la de quarks. Prácticamente todo el crédito fue para Gell-Mann, lo que demuestra que en ciencia la mercadotecnia también funciona.



Figura 2.31 Acercamiento de un acelerador de iones.

Adaptado por los autores con información de: Luque, Bartolo, et al., "2.2, El zoo de la Materia" en *Astrobiología: Del universo primitivo a los mundos habitados*, Madrid, 2002, disponible en <http://www.dmae.upm.es/Astrobiologia/Cambridge/> (Consulta: 20 de noviembre de 2013)

- » ¿De qué manera consideras que estos descubrimientos influirán en el conocimiento de los átomos?
- » ¿Se debe explicar de otra manera la composición de la materia? ¿Por qué?
- » Una característica de la ciencia es que tiende a ser objetiva, tentativa y causal. ¿Cómo relacionas esto con el texto que acabas de leer?

Para saber más

Dado que el funcionamiento de cualquier acelerador se basa en la interacción entre la carga eléctrica de las partículas generadas en la fuente de iones y los campos eléctricos producidos por fuentes de voltaje, no es posible acelerar partículas neutras.

Uno de los más importantes aceleradores es el del Laboratorio Nacional Fermi (Fermilab), en Batavia, Illinois, Estados Unidos de América.

conect@mos

Escucha un audio relacionado con la celebración del centenario del modelo de Bohr; entra a:

<http://www.redir.mx/SQC-094a>.

Si te interesa saber un poco más sobre la vida de Niels Bohr, lee la información del siguiente sitio:

<http://www.redir.mx/SQC-094b>.

APRENDIZAJES ESPERADOS. Representa el enlace químico mediante los electrones de valencia a partir de la estructura de Lewis. Representa mediante la simbología química elementos, moléculas, átomos, iones (aniones y cationes).

Comenzamos

Karla estaba buscando unas imágenes para ilustrar un cuento, cuando le vino a la memoria un tema que acababa de ver en su clase de química. Así, introdujo en el buscador las siguientes palabras: "Modelo atómico". De pronto, apareció un mar de imágenes, unas muy bonitas y otras no tanto. Se sintió feliz al notar que sabía reconocer el modelo de Thomson, el de Rutherford, el de Bohr, el de Sommerfeld. Pero se puso aún más feliz cuando se dio cuenta de que era capaz de reconocer los que estaban mal hechos. "¡Ajá —exclamó—, soy una experta!".

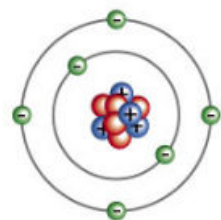


Figura 2.32 Modelo del átomo del carbono.

1. En la **figura 2.32** está representado el átomo del carbono. Obsérvalo y responde las siguientes preguntas.

- » ¿Dónde están, cuántos son y de qué color están representados los electrones? ¿Y los protones? ¿Y los neutrones?
- » ¿Cuántos son los electrones de valencia y en qué nivel están ubicados?
- » ¿Cómo se llama a los electrones que no son de valencia, en qué nivel están ubicados y cuántos son?
- » ¿Cómo simplificarías este modelo utilizando letras y números?
- » ¿Cuál es el símbolo del carbono? Si no lo conoces, ¿dónde lo consultarías?
- » ¿Cómo representarías los electrones de valencia de un elemento sin dibujar todo el modelo atómico?

Aprendemos

Para que comprendas mejor lo de los electrones de valencia, piensa en lo siguiente: estás participando en un **rally**, tus compañeros están acomodados como en la **figura 2.33** y tú debes sacar a uno de ellos y llevarlo contigo a la base para pasar a la siguiente ronda, ¿por cuál optarías, por la niña del centro, por un compañero de la primera hilera o por alguno de la segunda? Si fueras un átomo y necesitaras un electrón, ¿cuál tomarías, uno de las capas interiores o uno de la capa exterior?



Figura 2.33 Modelo para entender el concepto "electrones de valencia".

Recordarás que en el átomo hay varios niveles electrónicos. El de menor energía, que es el más cercano al núcleo ($n = 1$), acomoda máximo dos electrones; el segundo, ocho; el tercero, 18; el cuarto, 32; y así sucesivamente (relación dada por la fórmula $2n^2$, donde n es el nivel electrónico). Y también te acordarás de que Sommerfeld propuso que hay **subniveles energéticos** entre cada uno de ellos.

Si un átomo fuera como un edificio de departamentos, un nivel electrónico sería como un piso; y los subniveles, como los departamentos que tiene. El número del nivel indica el número de subniveles que posee. Es decir, en el nivel 1 hay un subnivel; en el 2, dos; en el 3, tres...

Cuadro 2.3 Niveles electrónicos y subniveles

Nivel	Número de subniveles en cada nivel	Subniveles y electrones en cada uno
4	4	4 f (14 electrones)
		4 d (10 electrones)
		4 p (6 electrones)
		4 s (2 electrones)
3	3	3 d (10 electrones)
		3 p (6 electrones)
		3 s (2 electrones)
2	2	2 p (6 electrones)
		2 s (2 electrones)
1	1	1 s (2 electrones)

Regla del octeto y las estructuras de Lewis

Los electrones de valencia son particularmente importantes para determinar las características de los enlaces que forma un átomo. En este texto se estudiarán los **elementos representativos**, incluidos los **gases nobles**, cuyos electrones de valencia se encuentran en los subniveles s y p .

Después de observar la estabilidad de los gases nobles helio (He), neón (Ne), argón (Ar), criptón (Kr), xenón (Xe) y radón (Rn), el químico estadounidense Gilbert Newton Lewis (1875-1946) (**figura 2.34**) y el físico alemán Walter Kossel (1888-1956) explicaron, de manera independiente, el **enlace químico** en función de la **teoría del octeto** en 1916.

Dicha teoría establece que los átomos tienden a la **estabilidad** al tener **ocho electrones** en su capa de valencia. Los gases nobles casi no reaccionan con otros elementos para formar compuestos porque ya tienen ocho electrones en su capa de valencia (a excepción del helio que, pese a tener sólo dos electrones, también es inerte).

En cambio, los demás elementos buscan recibir, ceder o compartir electrones para conseguir tener ocho electrones en su última capa. Dicho de otra manera, buscan adquirir la estructura de un gas noble.

Por ejemplo, el fósforo (P) podría ceder sus cinco electrones de valencia para adquirir la configuración del neón (Ne) o buscar tres electrones para tener la del argón (Ar). En cuanto al carbono (C), éste tiene cuatro electrones de valencia y puede cederlos o buscar cuatro electrones. En ambos casos, buscan completar su capa de valencia.

Lewis desarrolló una forma para representar gráficamente los electrones de valencia. En ella, se anota el símbolo químico del elemento y alrededor de él se coloca una serie de puntos. El primero representa el núcleo del átomo, y los puntos, los electrones. Por eso también se le llama **estructura punto-electrón** o **diagrama de puntos de Lewis**.



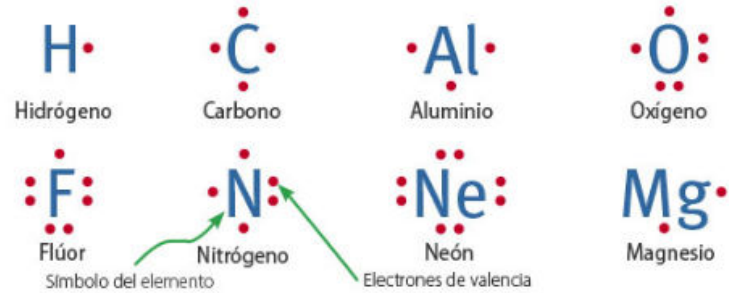
Figura 2.34 Gilbert N. Lewis estudió la estructura atómica y los electrones de valencia.

Para saber más

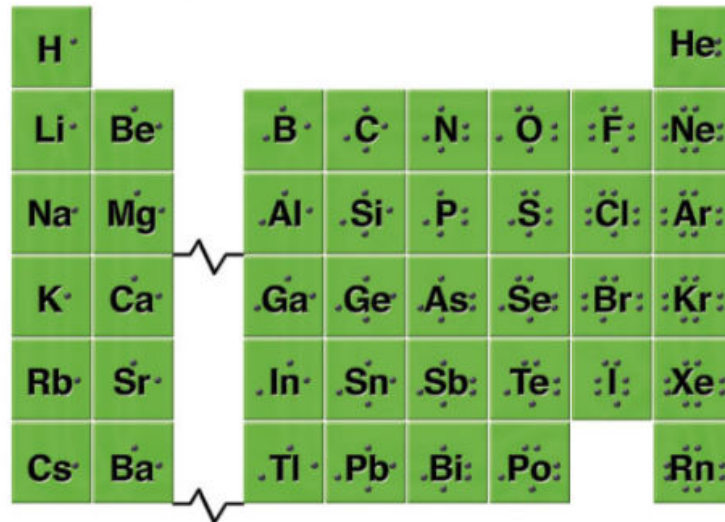
El carbono (C) tiene seis electrones, ¿cuántos de ellos son de valencia? Considera el **cuadro 2.3**, y "toma electrones" de abajo hacia arriba (1s, 2s, 2p, 3s, 3p, 4s, 3d...), hasta completar los seis electrones del carbono. Así, este elemento tiene los dos electrones del nivel 1 (subnivel s) y cuatro electrones en el nivel 2 (dos en el subnivel s y dos en el subnivel p). Lo cual se indica de la siguiente manera: $1s^2 2s^2 2p^2$, a esto se le llama **configuración electrónica**. Donde los números grandes indican el nivel; las letras, los subniveles; y los números pequeños, llamados **superíndices**, el número de electrones en cada subnivel. Como ves, el carbono tiene cuatro electrones de valencia.

GLOSARIO
Elemento representativo. Elemento de los grupos A de la tabla periódica.
Gases nobles. Elementos muy inactivos, que ni siquiera se combinan consigo mismos para formar moléculas y prefieren existir en estado atómico.

Siguiendo la regla del octeto, el máximo número de electrones que se representan es ocho. Los puntos se colocan de manera ordenada y, si se emplean de referencia los puntos cardinales, en cada ronda se coloca un punto en cada una de las cuatro direcciones que forma un sistema de referencia cartesiano. Es decir, después de la primera ronda, se habrán colocado cuatro puntos. Si todavía faltan puntos por colocar, se inicia una segunda y última ronda para terminar como máximo con cuatro pares de electrones.

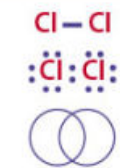


A continuación se muestra la estructura de Lewis de otros elementos representativos; como puedes ver, en la primera columna los elementos tienen un electrón de valencia; en la segunda, dos; en la tercera, tres y así sucesivamente hasta la octava columna.

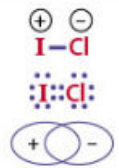


Para saber más

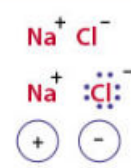
Hay dos tipos fundamentales de valencia: la electrovalencia y la covalencia. Por tanto, existen tres tipos fundamentales de moléculas, que se indican con los siguientes ejemplos.



I) Cloro
Molécula apolar
(covalencia)

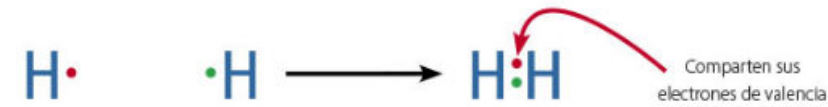


II) Cloruro de yodo
Molécula polar
(covalencia)



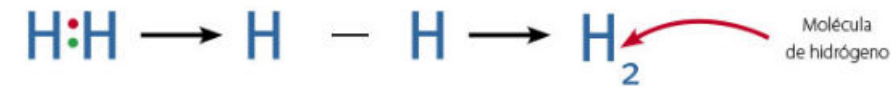
III) Cloruro de sodio
Molécula iónica
(electrovalencia)

La estructura de Lewis se utiliza para visualizar la formación de enlaces. Observa, por ejemplo, la unión de dos átomos de hidrógeno para formar una molécula de hidrógeno (H₂). Cada átomo aporta un electrón al enlace.



De esta forma, el hidrógeno comparte sus electrones y obtiene la configuración del helio, el gas noble más cercano a él y que, como ya se mencionó, es el único gas noble que no tiene ocho electrones en su capa de valencia. Además de los dos puntos, un enlace puede representarse con un guión.

Esta última molécula se representa de una manera más sencilla como sigue:



La molécula de hidrógeno es diatómica, esto se indica con el pequeño número 2 colocado a su derecha. A éste se le llama *subíndice* y muestra cuántos átomos de un elemento tiene una molécula. Cuando no aparece un subíndice junto al símbolo del elemento, significa que sólo hay un átomo de éste. Veamos los siguientes ejemplos.

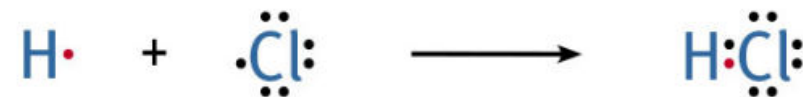
KI La molécula de yoduro de potasio tiene un átomo de potasio y uno de yodo.

H₂O La molécula de agua tiene dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno.

NaOH La molécula de hidróxido de sodio tiene un átomo de sodio, uno de oxígeno y uno de hidrógeno.

Fe₂O₃ La molécula de óxido de hierro (III) tiene dos átomos de hierro y tres de oxígeno.

Observa ahora la representación de cómo se forma el ácido clorhídrico o cloruro de hidrógeno.



El que se comparta el par de electrones posibilita que cada átomo tenga **configuración de gas noble**. El hidrógeno tiene la configuración electrónica del helio (con dos electrones de valencia) y el cloro la del argón (con ocho electrones de valencia).

conect@mos

Amplia tus conocimientos acerca del enlace químico con el siguiente material:

Secretaría de Educación Pública, *Enseñanza de las ciencias a través de modelos matemáticos. Química*, México, SEP, 2000, pp. 75-85. Descárgalo de

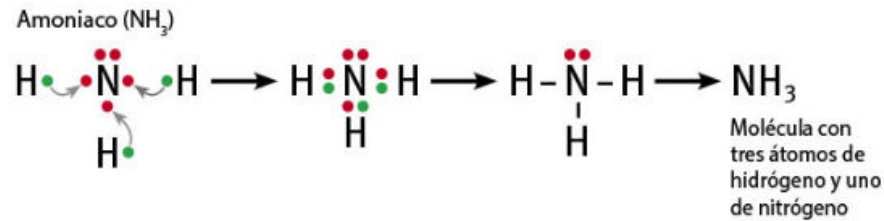
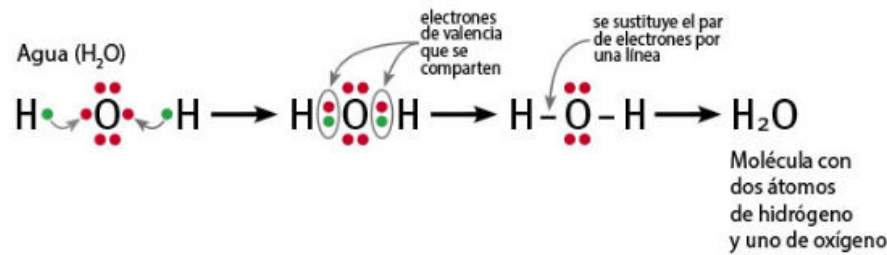
<http://www.redir.mx/SQC-099>.

Para saber más

En la estructura de Lewis, el elemento se indica por medio de su símbolo, el cual puede estar formado por una letra mayúscula, como en el caso del azufre (S), de *sulphur* (arder) en latín, o por una letra mayúscula y otra minúscula, como el antimonio (Sb), de *stibium* en latín; o el sodio (Na), de *natrium*, en latín, entre otros. Los símbolos de tres letras no son de elementos representativos.

Si te interesa saber más del átomo y los electrones, consulta el libro de Francisco Noreña, *Dentro del átomo*, México, SEP-Libros del Escarabajo, 2000 (Espejo de Urania).

Continuemos con los ejemplos. Empleemos ahora la estructura de Lewis para representar las moléculas del agua (H₂O) y del amoníaco (NH₃).



En estos casos también se comparten electrones, a esto se le llama *covalencia*.

Desarrolla tu pensamiento científico

1. Busca en distintas fuentes de información en qué casos algunos elementos no cumplen la regla del octeto.
2. Copia la siguiente tabla en tu cuaderno y complétala.

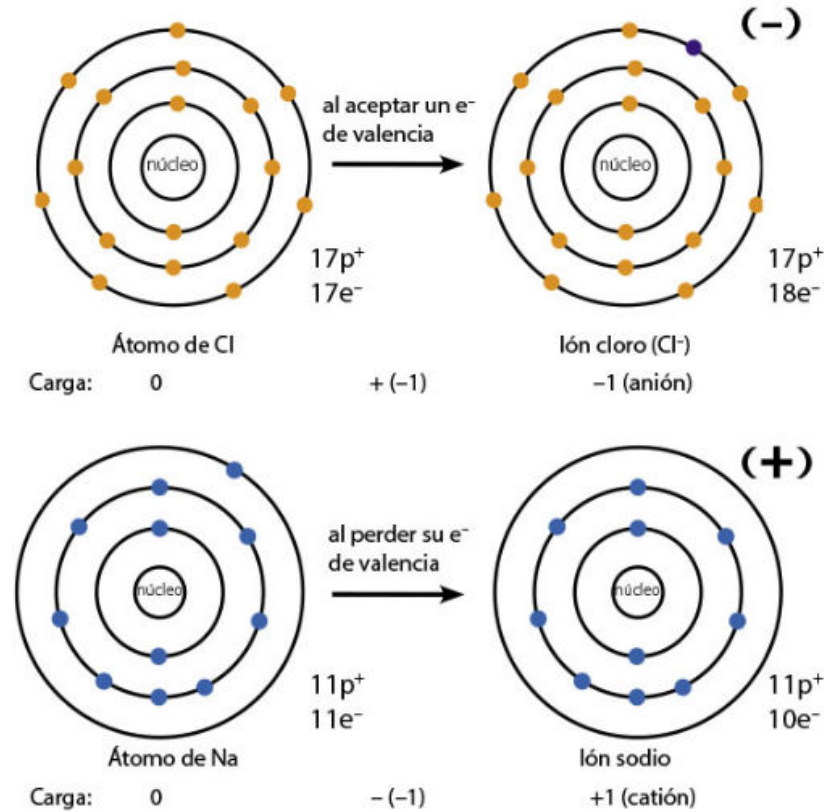
Elemento	Símbolo	Núm. total de electrones	Núm. de electrones de valencia	Estructura de Lewis
Flúor				
Litio				
Potasio				
Yodo				
Cinc				

- En función a los resultados de la tabla, ¿cuáles serían las opciones de cada uno de los elementos para adquirir una estructura estable? Justifica tu respuesta.
3. Indica cuál es el número de átomos de los elementos químicos presentes en cada una de las siguientes fórmulas.
 - » CH₄ (metano)
 - » CH₃CH₃ (etano)
 - » NF₃ (trifloruro de nitrógeno)
 - » CH₃OH (metanol)
 - » H₂S (ácido sulfhídrico)
 - Dibuja, en tu cuaderno, los diagramas correspondientes para representar la formación de las moléculas anteriores.

Los iones: átomos con carga eléctrica

Los átomos son **eléctricamente neutros**, pues tienen el mismo número de protones (con carga positiva) que de electrones (con carga negativa). Sin embargo, al formarse algunos **enlaces** (los **iónicos**) unos átomos pierden electrones y otros los ganan. Este tipo de enlace se forma entre un átomo con sólo uno o dos electrones de valencia y otro que necesita precisamente uno o dos electrones para completar el octeto. Cuando esto ocurre, la suma de las cargas eléctricas de los átomos ya no es igual a cero.

Por ejemplo, el sodio (Na), con 11 electrones en total, tiene un electrón de valencia. Si éste se une a un átomo de cloro (Cl), para formar cloruro de sodio (NaCl), cede su electrón de valencia y queda con carga positiva, es decir, se convierte en un catión (un ión con carga positiva). Por su parte, el cloro "toma prestado" un electrón y, por ende, se transforma en un ión con carga negativa (anión). En la **figura 2.36**, se representan los modelos atómicos de esto.



Ahora ambos átomos tienen completa la capa externa. No obstante, la del sodio ahora está en un nivel de energía más abajo. En la fórmula de un ión siempre se muestra su carga mediante un exponente. Así, el ión sodio se representa Na⁺, y el cloro, Cl⁻. Hay átomos que pueden perder más de un electrón, por ejemplo, el del calcio (Ca), que pierde dos, y se indica Ca⁺⁺ o Ca⁺².

Para saber más

Algunos iones, como el sodio, el potasio y el calcio, tienen un papel preponderante en la biología celular de los organismos vivos (**figura 2.35**), sobre todo en las membranas celulares.

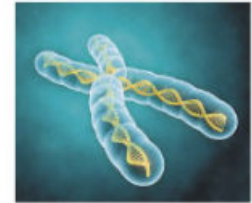


Figura 2.35
En la imagen se representa un cromosoma. Los iones potasio (K⁺) están en los extremos de los cromosomas y estabilizan su estructura.

Figura 2.36
Representación del ión sodio y el ión cloro. Al tener el sodio una carga negativa menos, queda cargado con un número positivo. Sucede lo opuesto con el cloro.

Dado que las cargas opuestas se atraen, los aniones y los cationes forman una molécula que se mantiene unida gracias a un enlace iónico, pero que en general se disocia y se disuelve fácilmente en agua porque ésta se interpone entre los iones y se forman iones libres. Las moléculas que se disocian en iones se llaman **electrólitos**.

Integramos

Gilbert Lewis propuso en 1916 un modelo con el que se representan de forma sencilla los electrones de valencia y con el que se estudian los enlaces químicos que se forman entre los átomos de una molécula.

Como seguramente lo has advertido durante el desarrollo de esta lección, la simbología química ayuda a simplificar la escritura de los elementos, las moléculas, los átomos y los iones, con lo cual las personas dedicadas a la ciencia, independiente del idioma que hablen, entienden lo que se representa sin necesidad de traducirlo, pues el lenguaje químico es universal.

Desarrolla tu pensamiento científico

- Regresa al apartado "Comenzamos" y contesta de nuevo las preguntas que ahí aparecen. Si es necesario, corrégelas y comenta los cambios efectuados con tus compañeros y tu profesor.
- Investiga lo siguiente.
 - » Algunas aplicaciones de los iones (aniones y cationes) en diferentes industrias, en la medicina y en la vida diaria (figuras 2.37 y 2.38).
 - » En qué consiste el intercambio iónico y en qué cosas se emplea.
- Reúnete con dos compañeros y respondan las siguientes preguntas.
 - » ¿Cómo se unen los átomos de los elementos químicos?
 - » ¿Por qué en el enlace químico solamente intervienen los electrones presentes en su capa externa?
 - » ¿Cuál es la razón por la que cada átomo de un enlace químico busca alcanzar una estructura similar a la de un gas noble?
 - » ¿El enlace químico influye en las propiedades físicas y químicas de las moléculas? Explica tu respuesta.
 - » ¿Consideras que haya iones en el aire? De ser así, ¿éstos influirán en tu salud?
- Investiga si hay una proporción entre los iones positivos y los negativos en una atmósfera equilibrada, así como acerca del síndrome del edificio enfermo. ¿Habrá una variación entre los iones del aire de una ciudad y los del campo?



Figura 2.37 Algunos germicidas usados para desinfectar verduras emplean iones de plata Ag^+ .

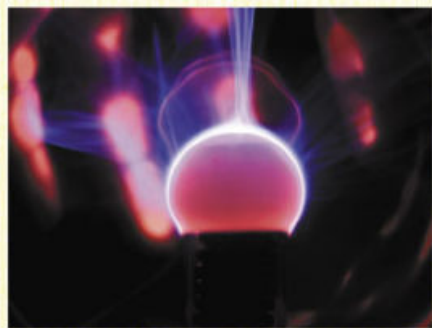


Figura 2.38 El plasma, empleado por ejemplo para fabricar microchips, se compone de cationes, aniones, electrones sueltos y átomos eléctricamente neutros, pero excitados.

BLOQUE

2

¿Cuál es la importancia de rechazar, reducir, reusar y reciclar los metales?

Lección 4 Propiedades de los metales. Toma de decisiones relacionada con: rechazo, reducción, reúso y reciclado de metales

APRENDIZAJES ESPERADOS. Identifica algunas propiedades de los metales (maleabilidad, ductilidad, brillo, conductividad térmica y eléctrica) y las relaciona con diferentes aplicaciones tecnológicas. Identifica en su comunidad aquellos productos elaborados con diferentes metales (cobre, aluminio, plomo, hierro), con el fin de tomar decisiones para promover su rechazo, reducción, reúso y reciclado.

Comenzamos

Debido a sus propiedades, los metales han tenido múltiples aplicaciones desde épocas pasadas; sin embargo, su producción y uso generan efectos negativos en el ambiente si no se toman las medidas necesarias, como diseñar procesos más eficientes de producción, usarlos de manera responsable, etcétera.

- Reúnete en un equipo de tres personas e indaguen qué objetos de metal traen consigo en su mochila y en su vestimenta, y cuáles hay en su escuela, en su casa y en la localidad donde viven.
 - » Investiguen qué metales se emplean para su elaboración.
 - » Completen, en su cuaderno, un cuadro como el que aparece a continuación.

Objeto	Metal	Utilidad

- » Respondan las siguientes preguntas.
 - » ¿Por qué piensan que se utilizaron metales para elaborar los objetos que seleccionaron?
 - » ¿Qué propiedades tienen los metales?, ¿qué les conferirá dichas propiedades?
 - » ¿Unos metales pueden sustituir a otros? Justifiquen su respuesta con ejemplos.
 - » ¿Es posible sustituir los metales seleccionados con materiales no metálicos? ¿Cuáles?
 - » Cuando desechan objetos fabricados con metales, ¿qué ocurrirá con ellos?
 - » ¿Han oído hablar de reúso y reciclaje?, ¿en qué consisten?, ¿en qué se aplican?

conect@mos

Antes de iniciar el tema sobre el rechazo, reducción, reúso y reciclado de los metales, te sugerimos que leas el artículo titulado: Esperanza ambiental: bacterias contra el poliuretano, en la siguiente dirección electrónica: <http://www.redir.mx/SQC-103>.

Aprendemos

Hablar de las propiedades de los **metales** es remitirse a la historia misma de la humanidad, ya que el desarrollo de la **metalurgia** marcó su evolución tecnológica. Los metales han sido de vital importancia para la agricultura, el comercio, la construcción, la navegación, el arte... Si miras con detenimiento a tu alrededor, encontrarás muchos objetos elaborados con diversos metales o mezclas de éstos (como las **aleaciones**) (figura 2.39)



Figura 2.39 A lo largo del tiempo, la humanidad ha utilizado diversos metales para elaborar objetos útiles.

El sodio (Na), el calcio (Ca), el hierro (Fe), el cobre (Cu), la plata (Ag), el oro (Au), entre otros, son metales.

En general, algunas propiedades de los metales son las siguientes.

- » La mayor parte de ellos presenta una **alta densidad**, como el hierro (Fe), el cobre (Cu), el plomo (Pb), el cinc (Zn), el estaño (Sn), el cromo (Cr), el níquel (Ni), el wolframio (W),



Figura 2.40 A temperatura ambiente, el mercurio es un líquido blanco plateado y brillante, que normalmente se ha utilizado en termómetros y en algunos interruptores eléctricos.

el mercurio (Hg). Sin embargo, los hay ligeros como el aluminio (Al) o el titanio (Ti) o ultraligeros como el magnesio (Mg), el sodio (Na) o el litio (Li). Los pesados son los que tienen una densidad superior a 5 g/cm^3 .

- » Son sólidos a temperatura ambiente, a excepción del mercurio (Hg), cuyo punto de fusión es de $-39 \text{ }^\circ\text{C}$ (figura 2.40). El cesio (Cs) y el galio (Ga) funden un poco por arriba de la temperatura ambiente: a $28.4 \text{ }^\circ\text{C}$ y $29.8 \text{ }^\circ\text{C}$, respectivamente.

Mientras que otros metales funden a temperaturas muy altas, como a $1900 \text{ }^\circ\text{C}$ en el caso del cromo (Cr).

- » La mayoría de los metales refleja la luz y tiene **brillo metálico** sin importar el color que posean.
- » Son buenos **conductores del calor**. La conductividad térmica es una propiedad física que mide la capacidad de un material de conducir el calor a través de sí mismo y puede visualizarse como una transferencia de energía entre moléculas o átomos, así como se transfiere la electricidad por un alambre. En el vacío la conductividad es nula.

Los metales son buenos conductores térmicos porque tienen una gran cantidad de electrones de enlace relativamente libres, que son capaces de moverse por medio del metal y transportar energía a grandes distancias. Cada átomo metálico está unido a varios átomos vecinos. En consecuencia, esta conducción se encuentra en función de la vibración de los átomos y el movimiento de los electrones libres.

- » Son buenos **conductores de la electricidad**. La conductividad eléctrica está relacionada directamente con la conductividad térmica y mide la capacidad de un material de conducir la corriente eléctrica a través de sí mismo. Los metales son buenos conductores debido a la movilidad de sus electrones de valencia, que es-

tán muy débilmente ligados a los cationes que ocupan los nudos o vértices de la red cristalina del metal.

La plata (Ag) y el cobre (Cu) son muy buenos conductores (figura 2.41), en tanto que el bismuto (Bi) está entre los peores. La temperatura, las imperfecciones de la red cristalina metálica y cómo se procesó el material influyen en la conductividad.

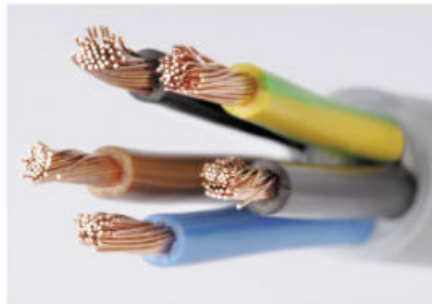
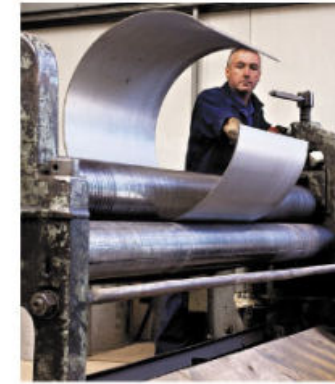


Figura 2.41 Por ser un excelente conductor, el cobre se utiliza en la mayoría de las instalaciones eléctricas.

- » Se les considera **maleables** si, mediante cargas compresivas (como los martillazos), se deforman sin romperse y conservan su resistencia. Así se producen planchas o láminas. Por ejemplo, en el laminado en caliente, los **lingotes** colados se calientan a altas temperaturas en hornos y después se hacen pasar por rodillos para comprimirlos y obtener láminas de diferentes grosores, como el papel de aluminio que se usa en la cocina (figura 2.42). La maleabilidad de los metales ha propiciado la fabricación de latas de refresco y alimentos, muebles de cocina, carrocerías de automóviles y fuselajes de aviones, entre otros.



CELOSARIO Lingote. Masa sólida que se obtiene después de vaciar el metal líquido en un molde.

Figura 2.42 Elaboración de una lámina de metal, al hacer pasar el lingote mediante rodillos.

- » Generalmente son **dúctiles**: conservan su resistencia mecánica después de estirarlos para transformarlos en alambres o hilos que se utilizan, por ejemplo, en los cables eléctricos de los refrigeradores, las licuadoras, los transformadores de corriente eléctrica, las líneas de alta tensión, las cercas metálicas... El oro (Au) tiene alta ductilidad y maleabilidad, en tanto que el wolframio (W) presenta ambas propiedades en menor grado.

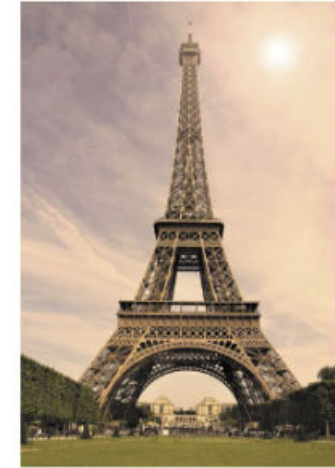


Figura 2.43 La Torre Eiffel (1887) es un ejemplo de la utilización del hierro en la arquitectura y la construcción del siglo XIX.

- » En función del metal, resisten en mayor o menor medida a los esfuerzos que se hacen para romperlos, esto es, presentan **tenacidad**. Los metales más tenaces son los de transición, como el hierro (figura 2.43). Para que te sea más fácil entender este concepto, piensa que el hielo y las cerámicas están entre los materiales menos tenaces, en tanto que los metales dúctiles son los más tenaces. La tenacidad es muy importante en la construcción, ya que las estructuras metálicas de los edificios deben soportar grandes pesos. Desde finales del siglo XIX, el acero ha sido ampliamente utilizado en este campo (figura 2.44).

El enlace metálico

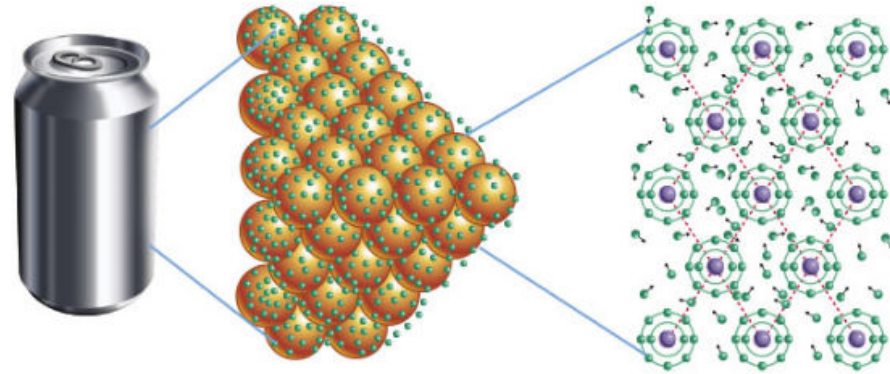
En lecciones anteriores, estudiaste el concepto de **enlace químico**. Existen diferentes tipos de enlace entre átomos: el **iónico**, el **covalente** y el **metálico** (entre metales). Este último es el de menor energía.

Al unirse átomos metálicos, los electrones de valencia (que en general son uno, dos o tres) forman "un mar o una nube de electrones" y fluyen libremente mediante toda la pieza de metal sin pertenecer a ningún átomo en particular. Lo cual, como ya se indicó, explica su buena conductividad y el que los átomos existan, entonces, como iones positivos (cationes), que se neutralizan con las cargas negativas de todos los electrones.



Figura 2.44 En la actualidad, el acero, el hormigón y la madera son los principales materiales de construcción.

Los cationes del metal se ordenan en una red metálica de forma poliédrica (por ejemplo, hexagonal o cúbica) que está en función de los radios atómicos y las fuerzas de atracción (figura 2.45). Éstos se unen mediante la nube de electrones que los rodea.



Siderurgia. Extracción y trabajo del hierro.

GLOSARIO

Figura 2.45 Representación del enlace metálico con un ejemplo del aluminio.

Para saber más

En la Tierra hay unos 4 000 minerales. Algunos de ellos son metales, que con frecuencia se encuentran unidos químicamente a otros materiales formando las menas. El brillo de los minerales puede ser metálico, vítreo (como el vidrio), perlado, resinoso o terroso.

conect@mos

Si quieres saber más al respecto de los yacimientos, visita:

<http://www.redir.mx/SQC-106a>;

<http://www.redir.mx/SQC-106b>.

Figura 2.46 Instalación de sistemas solares fotovoltaicos.

La densidad, la maleabilidad y la tenacidad de los metales dependen del empaquetamiento de sus átomos. La tenacidad es mayor mientras más compacta sea su estructura, y la maleabilidad se explica por la existencia de planos estructurales de alta densidad que propicia el deslizamiento de unos sobre otros sin que se rompan los enlaces que existen tanto en los planos como entre ellos.

Aplicaciones tecnológicas de los metales

Cuando hablamos de las propiedades de los metales, también mencionamos algunas de sus aplicaciones, pero a continuación daremos más ejemplos.

Uno de los primeros metales utilizados por los humanos para fabricar herramientas es el **cobre**, época a la que se le llamó Edad de Cobre, que fue posterior a la de Piedra, pero anterior a la de Bronce. El cobre se obtenía de diversos yacimientos. Al principio, la humanidad lo utilizó en su estado natural, pero luego aprendió a fundirlo y a efectuar mezclas. Así nació el **bronce**, que es una **aleación** de cobre con estaño.

El cobre y sus aleaciones se usaron por mucho tiempo para producir monedas, herramientas y otros objetos. Pero con la **siderurgia** fueron perdiendo importancia. No obstante, a principios del siglo XIX se descubrió una nueva aplicación para el cobre: los cables e instalaciones eléctricas.

El cobre es el tercer metal más empleado en el mundo (los dos primeros son el hierro y el aluminio), ya que es el segundo mejor conductor, sólo después de la plata, y se emplea para fabricar cables eléctricos y componentes eléctricos y electrónicos. En los sistemas solares fotovoltaicos, el cobre se utiliza para el transporte de energía, la conexión a tierra y los componentes de los sistemas de control (figura 2.46).



El **aluminio** es un metal muy ligero, presenta una alta resistencia a la corrosión y es buen conductor de la energía térmica y la electricidad. Se emplea para elaborar latas, envoltorios flexibles y botellas de fácil apertura, fuselaje de aviones, rines de aluminio, estructuras arquitectónicas, partes de motores, maquinaria y herramientas, espejos, contenedores criogénicos, reactores nucleares a baja temperatura y otros más (figura 2.47). Una parte importante se recicla.

El **plomo**, un metal pesado que funde con facilidad, se utiliza básicamente para fabricar soldaduras; acumuladores o baterías para autos; ladrillos, chalecos, faldas y láminas de plomo que sirven de aislantes de la radiación, como los rayos X y gamma (utilizados por ejemplo en hospitales); etcétera. Las láminas de plomo también sirven como aislantes del ruido y la vibración.

El **plomo** debe manejarse con cuidado porque su ingestión o la inhalación de sus polvos o vapores ocasiona problemas severos a la salud, por ello se ha dejado de usar en pinturas y gasolinas (figura 2.48).

El hierro se utiliza principalmente como base de diferentes aleaciones, como el acero. Este último, junto con el hormigón y la madera, es uno de los principales materiales de construcción (figura 2.49). El hierro con una pureza de 99.5% se utiliza para fabricar electroimanes, por su potencial magnético, y para obtener láminas metálicas galvanizadas. La producción minera de hierro en México representa 4% del total mundial.

Hay diferentes tipos de acero, el de alto carbono (utilizado en cuchillos, herramientas de corte y brocas), el de medio carbono (empleado en clavos, vigas y otros materiales estructurales), el templado (que se ocupa en cables, herraduras, clavos y cadenas) y el dulce o pobre en carbono, que es poco duro y dúctil (usado para alambres).

Las **aleaciones**, mezclas homogéneas en las que al menos un componente es un metal, mejoran las propiedades originales de los metales individuales. Como en el caso de otras mezclas, tienen diferentes propiedades en función de sus componentes y sus concentraciones. Por ejemplo, al cambiar el porcentaje del carbono en el acero, cambia su tenacidad. Un acero suave, muy dúctil, tiene 0.1% de carbono. Un acero estructural, muy tenaz, 0.2% de carbono. Un acero con 0.6% de carbono da un acero muy duro y resistente.

Como vimos, el acero es una aleación de hierro con carbono, que aumenta sustancialmente la resistencia del hierro y que se utiliza en la construcción de edificios y puentes, en la producción de máquinas excavadoras y de motores de vehículos como los tractores.



Figura 2.47 El aluminio se emplea para producir latas de bebidas, utensilios de cocina, marcos de ventanas...



Figura 2.48 Las baterías de plomo y ácido están constituidas por dos electrodos de plomo y una disolución de ácido sulfúrico (el electrolito y medio vinculante).

Figura 2.49 La industria siderúrgica cuenta con una gran tradición en México. Los principales estados productores de hierro son Colima, Coahuila y Michoacán.

Figura 2.50 La imagen muestra la escultura en bronce de un caballo de Troya. Los griegos y los romanos utilizaban mucho este material.



El **cuproníquel** es una aleación de cobre con níquel que se emplea para dar resistencia a la corrosión a los tubos por los que circula agua marina y a la estructura de los barcos.

El **bronce** es una aleación que se obtiene al mezclar cobre con estaño. Fue la primera aleación de importancia obtenida por el hombre y da su nombre al periodo histórico conocido como Edad de Bronce. Durante mucho tiempo fue básico para la fabricación de armas y utensilios (**figura 2.50**).

La tecnología del bronce se desarrolló en lo que hoy es Armenia (ex República soviética), más o menos a finales del milenio IV a. C. El bronce se utiliza para fabricar muelles de elevada resistencia mecánica, tubos flexibles, cañerías, varillas para soldaduras, esculturas, campanas e instrumentos musicales como gongs y platillos.

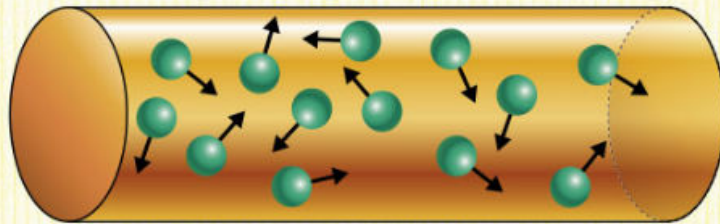
El **latón**, utilizado en bisutería, cerrajería, llaves y candados, instrumentos musicales (**figura 2.51**), es una aleación de cobre con cinc. Su dureza es mayor que la del cobre.

Figura 2.51 Los saxofones, trompetas y cornos son elaborados, por lo general, con latón.



Desarrolla tu pensamiento científico

1. Analiza el siguiente esquema de un trozo de alambre de cobre.



- ¿Qué representa el dibujo? Explicalo en tu cuaderno.
2. En tu vida diaria, busca diferentes aplicaciones que se les den a los metales que se han mencionado en esta lección, incluidas las aleaciones.
- Elabora fichas con el uso de cada metal que encuentres.

Contaminación por metales

El uso indiscriminado de los metales genera efectos negativos en el ambiente y los seres vivos. Para disminuirlos o eliminarlos, en México contamos, por ejemplo, con la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat), que busca regular entre otras cosas la manera en que se deben manejar los residuos mineros para que no dañen ni al ambiente ni a los humanos (NOM-157-SEMARNAT-2009).

Debido a su toxicidad, los metales de especial importancia cuando se habla de este tema son el mercurio (Hg), el plomo (Pb), el cadmio (Cd), el cromo (Cr) y el manganeso (Mn), entre otros.

Dichos metales no son ni química ni biológicamente degradables por lo que permanecen en el ambiente por cientos de años, contaminando el suelo y acumulándose en las plantas y los tejidos orgánicos (**bioacumulación**). Por tanto, su concentración en los seres vivos aumenta a lo largo de la cadena alimentaria.

Si los residuos metálicos de las industrias minera y metalúrgica no son tratados, contaminan el agua potable, los cultivos y el aire. Esto conduce a su bioacumulación y a la generación de diversas enfermedades e intoxicaciones en los humanos y otros animales.

La sociedad de consumo y la toma de decisiones en el uso responsable de los metales

Como hemos visto, se genera una gran cantidad de productos para satisfacer nuestras necesidades y deseos. Sin embargo, debemos reconocer que no todos son realmente necesarios. Además, nos conformamos sólo con "usar y desechar productos", sin percatarnos del gasto energético ni de materias primas que involucra su producción ni de la generación de residuos en diferentes etapas del proceso.

Reducir

Por tanto, lo primero que debemos hacer es **reducir**. Sólo debemos comprar lo que necesitamos, para evitar ser víctimas del consumismo. Adicionalmente, debemos buscar los productos que utilicen la menor cantidad de materiales de empaque y que estos últimos, además, sean reciclables.

La idea es "menos bienes, menos gastos, menos explotación de los recursos naturales, menos contaminación y menos residuos". Es necesario pensar en las generaciones futuras, para que ellos también gocen de los recursos con los que ahora contamos.

Reusar

Se refiere al reaprovechamiento de algún bien que ya ha sido utilizado en alguna otra cosa. En el caso de los metales, es posible reusar, por ejemplo, tornillos, clavos, tuercas, latas y botes, entre otros objetos.

Al comprar cualquier producto, siempre es conveniente pensar los diferentes usos que se les puede dar a los envases. Por ejemplo, las latas, si no se llevan a reciclar, sirven para elaborar pequeñas macetas, entre otras cosas (**figura 2.52**). Los tanques y bidones de acero se pueden usar con el fin de armar juegos para parques o convertirlos en depósitos para clasificación diferenciada de desechos o como recipientes de basura.



Bioacumulación. Acumulación de sustancias químicas en los organismos vivos, en los que llegan a alcanzar concentraciones más elevadas que en el medio ambiente o los alimentos.

Para saber más

La banda de Möbius se ha convertido en el símbolo internacional del reciclaje. Esta indica que el producto o envase está hecho con productos reciclables. Si aparece en un círculo, quiere decir que parte de los materiales del producto o envase se han reciclado.



En el caso del aluminio, se utiliza el siguiente símbolo, que indica que se puede reciclar.



Figura 2.52 Hay múltiples maneras de reutilizar los desechos metálicos, una de ellas es elaborar objetos de ornato.

Figura 2.53 En la actualidad es común observar en parques y museos obras artísticas elaboradas con desechos metálicos.



Figura 2.54 La separación de los desechos metálicos ayuda a su reciclaje, y reduce el efecto ambiental que produce la extracción de las materias primas.



conect@mos

Si quieres saber más acerca de los símbolos utilizados en el reciclaje, visita:

<http://www.redir.mx/SQC-110a>,

<http://www.redir.mx/SQC-110b>.

Consulta en tu biblioteca escolar el libro: Aída Hernández y Jorge Soberón, *Contaminación por desechos*, México, SEP/Editorial Santillana, 2002 (Espejo de Urania).

También es posible dar a los metales un uso artístico. Por ejemplo, con la hojalata, el aluminio u otro tipo de metales se crean esculturas. Lo importante es usar la imaginación, se pueden obtener resultados sorprendentes, además de que se evitan gastos innecesarios (figura 2.53) y sirve hasta para descargar el estrés. A los niños les fascinará.

Lo importante es evitar que se genere basura y con ello también que se utilicen materiales de manera inconsciente.

Reciclar

El reciclado consiste en someter los materiales de desecho a diversos procesos de transformación para que sean usados nuevamente. Ya que el reciclado comienza con la recolección (figura 2.54), son muy importantes los contenedores y los centros de acopio. En diferentes tiendas departamentales, en sitios públicos y en escuelas, entre otros lugares, hay contenedores de PET, papel, cartón, materias orgánicas, vidrio, latón, aluminio, etcétera.

Con frecuencia utilizamos diversos productos contenidos en envases de metal que, una vez vacíos, simplemente desechamos, sin reflexionar acerca de la cantidad de residuos que generamos. Si sumáramos los productos metálicos que tira toda la población de nuestro país en un solo día, la cantidad sería preocupante.

Aunque cada vez se tiene más conciencia acerca de este problema, todavía es insuficiente. Recordemos que la extracción de metales es un proceso costoso que genera residuos que deben tratarse para no dañar el ambiente.

El reciclaje de metales da muy buenos resultados. Si comparamos el reciclaje de aluminio con su producción desde su material crudo, el reciclaje ahorra 95% de la energía de producción. Así, si reciclamos 20 latas de aluminio, utilizaremos menos energía que para obtener sólo una lata desde su material original.

Rechazar

Algunos productos tienen grandes efectos sobre el ambiente o la salud de las personas y simplemente por ello conviene rechazarlos (resistirse a su uso). Por ejemplo, habrás oído que los termómetros de mercurio han sido reemplazados por termómetros digitales, debido a la toxicidad de dicho elemento. O habrás escuchado de las pinturas o gasolinas sin plomo, dado que este último es tóxico.

No obstante, antes de dejar de utilizar un cierto material, deben buscarse alternativas para reemplazarlo, como en los casos antes dados. Lo cual involucra investigación científica y tecnológica. Además de que la gente debe estar bien informada al respecto.

Integramos

Los metales han sido muy apreciados por los humanos a lo largo de la historia. Aunque cada día tenemos mayor conciencia para utilizarlos de manera sustentable, debemos trabajar más en ello. Como consumidores debemos aplicar y promover el reciclaje, la reducción, el reúso y, en algunos casos, el rechazo.

Antes de comprar un producto debes preguntarte cosas como ¿realmente lo necesito?, ¿qué necesidad resuelvo con él?, ¿lo ocuparé con frecuencia?, ¿qué otros usos es posible darle?, etcétera. Las etiquetas y la información al consumidor de los productos ayudan a discernir cuáles hay que rechazar. Conocer bien los símbolos de reciclaje sirve para saber si los materiales se recuperarán cuando acabe su vida útil.

conect@mos

Lee respecto a la contaminación por baterías en México en la página:

<http://www.redir.mx/SQC-111a>.

Desarrolla tu pensamiento científico

1. Revisa las respuestas que diste en el apartado "Comenzamos" de la página 103 y modificalas de acuerdo con tus nuevos aprendizajes.
2. Investiga, con un compañero, por qué las pilas se deben desechar de una manera especial (figura 2.55).

- Diseñen un tríptico en el que expliquen el peligro de tirar las pilas con el resto de la basura doméstica.
3. Plantea una serie de recomendaciones para hacer un uso más racional de los objetos metálicos.
 - Incluye acciones como el rechazo, la reducción, el reúso y el reciclaje.
 - Haz un cartel con las recomendaciones y exponlo en un lugar donde esté visible a la comunidad escolar.
 - Organízate con otros compañeros y coloquen cajas en sitios estratégicos, como el patio, la cooperativa y los baños, para recolectar latas y otros objetos de metal. Cuando tengan una cantidad suficiente, lleven lo colectado a un centro de acopio de la localidad.

4. Si escribieras una novela como *Viaje al centro de la Tierra*, de Julio Verne (1864), ¿de qué metales dirías que está hecha la nave con la que buscas lograr tu objetivo? Justifica tu respuesta. Ten en cuenta las propiedades de los metales.
5. Lee la siguiente información y haz lo que se pide.

Altos Hornos de México, S. A. (AHMSA) es una industria metalúrgica productora de acero. Se encuentra en la ciudad de Monclova, Coahuila, y se ha distinguido por ser una empresa socialmente responsable.

- Consulta el vínculo <http://www.redir.mx/SQC-111b> para conocer las iniciativas que ha tomado esta empresa en favor del desarrollo sustentable: preservación del agua, ahorro de energía, aire limpio, cuidado de la biodiversidad y manejo de residuos.
- Haz, con los datos recabados, un resumen e investiga qué empresas de tu entidad, dedicadas a la extracción de metales o a la elaboración de productos o aleaciones metálicas, tienen una filosofía de compromiso como la de AHMSA. Comparte los resultados obtenidos con tus compañeros de clase.



Figura 2.55 Debido a su toxicidad al arrojarse al ambiente, es recomendable sustituir el uso de las pilas desechables por pilas recargables.

El orden en la diversidad de las sustancias: aportaciones del trabajo de Cannizzaro y Mendeleiev

APRENDIZAJES ESPERADOS. Identifica el análisis y la sistematización de resultados como características del trabajo científico realizado por Cannizzaro, al establecer la distinción entre masa molecular y masa atómica. Identifica la importancia de la organización y sistematización de elementos con base en su masa atómica, en la tabla periódica de Mendeleiev, que lo llevó a la predicción de algunos elementos aún desconocidos. Argumenta la importancia y los mecanismos de la comunicación de ideas y productos de la ciencia como una forma de socializar el conocimiento.

Comenzamos

A lo largo de la historia de la ciencia, los científicos han intentado explicar la complejidad y diversidad de los materiales que hay en el planeta. Por ello, los químicos comenzaron a ordenar los nuevos elementos descubiertos.

1. Contesta estas preguntas.

- » ¿Qué es un elemento químico? ¿Qué lo define como tal?
- » ¿Cuántos elementos supones que hay? ¿Dónde están?
- » ¿Qué propiedades piensas que comparten?
- » ¿Por qué es importante clasificarlos? ¿Cómo lo harías tú?
- » ¿Qué es la tabla periódica? Menciona qué sabes de ella.

Aprendemos

El estudio de las propiedades de la materia ha puesto en evidencia una serie de similitudes entre los elementos químicos descubiertos a lo largo del tiempo y ha permitido clasificarlos.



Nomenclatura química. Reglas o normas que rigen la designación (denominación o nombre) de las sustancias químicas.

GLOSARIO

El concepto moderno de "elemento" fue establecido por el irlandés Robert Boyle (figura 2.56) en el siglo XVII, quien, en su libro *El químico escéptico*, señaló la existencia de ciertas sustancias elementales que, al combinarse, formaban el resto.

En 1772, el químico francés Louis Bernard Guyton de Morveau (1737-1816) incluyó los elementos conocidos en su época en una tabla de sustancias "químicamente simples" y, en 1787, publicó el *Método de nomenclatura química*, junto con Antoine-Laurent de Lavoisier (1743-1794), Claude Louis Berthollet (1748-1822) y Antoine François de Fourcroy (1755-1808). Estos científicos buscaban que el nombre de los elementos indicara sus propiedades más notorias.

En 1789, Lavoisier clasificó los 33 elementos conocidos hasta el momento en su *Tratado elemental de química*; entre ellos se incluía a la luz y al calor, a los que se consideraba elementos.

Figura 2.56 Robert Boyle.

La clasificación de Lavoisier no era la más adecuada, pero sentó un precedente (cuadro 2.4). En ella, dividió los elementos en cuatro grupos: las sustancias metálicas, las no metálicas, las salificables térreas y las de los cuerpos (que, excepto por el calor, eran gases).

Cuadro 2.4 Clasificación de los elementos según Lavoisier	
Grupo	Ejemplos
Sin grupo	luz
1. Sustancias que pueden ser los elementos de los cuerpos	calórico, oxígeno, azoe, hidrógeno
2. Sustancias no metálicas, oxidables y acidificables	azufre, fósforo, carbono, radical muriático, radical fluórico, radical borácico
3. Sustancias metálicas, oxidables y acidificables	antimonio, plata, arsénico, bismuto, cobalto, cobre, estaño, hierro, manganeso, mercurio, molibdeno, níquel, oro, platino, plomo, tungsteno, cinc
4. Salificables térreas	cal, magnesia, barita, alúmina, sílica

A principios del siglo XIX se conocían cerca de 55 elementos químicos; un número suficientemente grande como para inquietar a los investigadores, quienes se preguntaban cuántos serían en total y cómo clasificarlos si los que conocían parecían tan diferentes unos de otros. Algunos recurrían a la clasificación por orden alfabético, otros a la distinción entre metales y no metales.

En este último grupo de investigadores está el médico y químico sueco Jöns Jacob Berzelius (1779-1848) (figura 2.57), quien agrupó en los **metales** a los elementos que tenían un brillo característico, eran maleables y dúctiles, y conducían el calor o la electricidad; mientras que los **no metales** presentaban diversos aspectos físicos y no eran conductores. Berzelius también sugirió que, para representar los elementos, se utilizaran una o dos letras en vez de signos arbitrarios. La primera letra se tomaría de su nombre latino, pues el latín era la lengua internacional de la terminología científica del momento. A él se debe, entonces, la **simbología** química moderna.

Además, descubrió cuatro elementos (el cerio, en 1803; el selenio, en 1818; el silicio, en 1823 y el torio, en 1828) y aisló otros seis (el calcio, el estroncio, el bario, el tántalo, el vanadio y el circonio).

La clasificación de los elementos químicos en grupos con propiedades similares no fue fácil. Muchos científicos establecieron sistemas para dividirlos empleando criterios muy diferentes y particulares, hasta llegar a lo que hoy conocemos como la **tabla periódica de los elementos** (ve la página 268 de este libro).



Figura 2.57 Jöns Jacob Berzelius comenzó sus estudios como médico, pero después se dedicó a la física y la química.

Para saber más

Se dice que, como utilizaba medios muy rudimentarios para determinar la **masa atómica** (por medio de una balanza), Dalton bromeaba y no hablaba de la **masa de los átomos**, sino de su **peso**. Razón por la cual, desde 1808, se le llamó **peso atómico de los elementos**, nombre que se mantuvo durante siglo y medio. No obstante, lo que se calculaba era la masa y no el peso; además, se trataba de valores relativos a otro elemento (por ejemplo, el oxígeno tiene una masa 16 veces mayor que la del hidrógeno). Por lo anterior, en química moderna suele llamarse **masa atómica relativa** a esta magnitud, en vez de **peso atómico**, como hacían Dalton y compañía.

Máximo común divisor. Mayor número entero que, al dividir uno o varios números enteros, no deja residuo.

GLOSARIO

El trabajo científico de Cannizzaro

Para mediados del siglo XIX, una de las principales dificultades de la química era establecer la estructura de las distintas sustancias. Por ejemplo, al ácido acético (CH_3COOH) le asignaban 19 fórmulas distintas; al amoníaco (NH_3) lo representaban como NH , y al agua (H_2O) simplemente como HO , tal como lo había propuesto John Dalton.



Figura 2.58 Stanislaio Cannizzaro fue condecorado con la medalla Copley de la Real Sociedad de Londres en 1891 por su contribución fundamental a la teoría atómica.

El último día del primer congreso internacional de química en el mundo, el de Karlsruhe, Alemania (1860), el químico italiano **Stanislaio Cannizzaro** (1826-1910) (**figura 2.58**) mostró los resultados de su determinación de **masas atómicas** que se basaba en la hipótesis de Avogadro, la cual no había tenido gran repercusión, pero que indicaba que, en volúmenes iguales de gases diferentes en las mismas condiciones de presión y temperatura, había el mismo número de partículas (número de Avogadro). Sus resultados fueron recibidos con entusiasmo por científicos como los prominentes químicos August Kekulé (1829-1896), Adolph Strecker (1822-1871) y Lothar Meyer (1830-1895).

Por ejemplo, para obtener la masa atómica de un elemento con el método de Cannizzaro, primero se determinaba la masa molecular de varios de sus compuestos; para ello, se medía la densidad de cada uno y, luego, se dividía entre la del hidrógeno, con lo que se lograba conocer su densidad relativa respecto a éste. Al multiplicar el resultado por 2, se conseguían las masas moleculares de cada compuesto. Esto era posible gracias a que Cannizzaro encontró en sus trabajos que la masa molecular de un compuesto gaseoso era casi el doble de su densidad relativa respecto al hidrógeno.

Después, se efectuaba el análisis químico de diferentes compuestos y se calculaba la composición porcentual del elemento investigado, con lo que se obtenía la masa de éste en cada uno. Por último, se determinaba el **máximo común divisor** (MCD) para estas masas y el resultado era la masa atómica buscada. La razón para calcular el MCD es que en la molécula de cada compuesto es posible encontrar un número diferente de átomos del elemento de interés. En el **cuadro 2.5** se muestran los datos para obtener la masa atómica del carbono a partir del metano (CH_4), el etano (C_2H_6) y el acetileno (C_2H_2).

Cuadro 2.5 Valores encontrados para el carbono según el método de Cannizzaro						
Compuesto	Fórmula	Densidad relativa	Masa molecular (Mm)	Porcentaje de carbono	Masa del carbono (Mm × %/100)	Porcentaje de carbono
metano	CH_4	8	16	75	12*	12/12 = 1
etano	C_2H_6	15	30	80	24	24/12 = 2
acetileno	C_2H_2	13	26	92.3	24	24/12 = 2

* 12 es el MCD.

Para saber más

Al principio, el patrón para determinar las masas relativas fue el hidrógeno (empleado por Dalton, Cannizzaro y Berzelius). Sin embargo, como su manejo es difícil, se sustituyó por el oxígeno y, desde 1961, el nuevo patrón es el isótopo del carbono-12. Jean Servais Stas (1813-1891), quien utilizó como patrón al oxígeno, publicó tablas de masas atómicas bastante exactas que hicieron avanzar la química analítica durante el siglo XIX.

De esa manera, utilizando como patrón al hidrógeno, Cannizzaro estableció las relaciones entre masas atómicas y moleculares de elementos y compuestos, y aclaró que la fórmula del agua era H_2O ; la del hidrógeno, H_2 ; y la del oxígeno, O_2 (moléculas diatómicas).

El desarrollo de la tabla periódica no hubiera sido posible sin el método instaurado por Cannizzaro para determinar la masa atómica (en ese entonces denominada "peso atómico") de los 60 elementos que hasta esa época se conocían.

Actualmente, dicha propiedad se obtiene por comparación con la del carbono-12 (con 12 **unidades de masa atómica**), ya que es el isótopo más abundante en la corteza terrestre, y se hace calculando la **masa atómica promedio** de todos sus isótopos, al considerar la cantidad relativa de cada uno en la naturaleza. Como ya indicamos, se mide en unidades de masa atómica (**uma**).

En el caso del carbono, en la naturaleza existen el carbono-12, con una abundancia de 99%, y el carbono-13, de 1%. Entonces:

$$\begin{aligned} \text{masa atómica promedio del carbono} &= (12 \text{ uma} \times 0.99) + (13 \text{ uma} \times 0.01) \\ &= 11.88 \text{ uma} + 0.13 \text{ uma} \\ &= 12.01 \text{ uma} \end{aligned}$$

Si los elementos se unen y forman moléculas, las masas de éstas se calculan sumando las masas atómicas promedio de los átomos que las conforman. Al resultado se le llama **masa molecular** (**figura 2.59**).

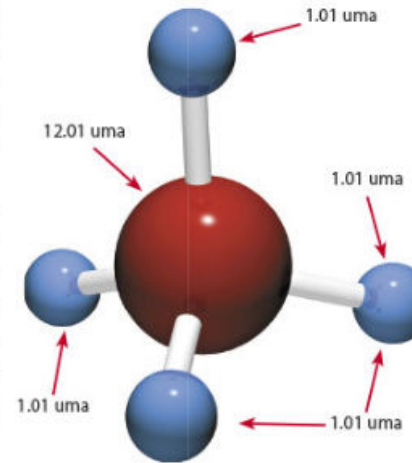


Figura 2.59 La masa molecular del metano es 16.05 uma.

Unidad de masa atómica (uma). Unidad con que se mide la masa de un átomo. Se define como la doceava parte ($1/12$) de la masa de un átomo de carbono-12. Su valor aproximado es 1.661×10^{-27} kg.

GLOSARIO

Desarrolla tu pensamiento científico

1. Calcula la masa atómica promedio del cloro y el silicio, toma los datos que aparecen abajo, y llena en tu cuaderno un cuadro como éste.

Isótopo	Abundancia (%)	Masa atómica (uma)	Masa atómica promedio (uma)
Cl-35	75.77	34.96	
Cl-37	24.33	36.96	
Si-28	92.21	27.9769	
Si-29	4.67	28.9765	
Si-30	3.10	29.9738	

2. Con base en los datos del **cuadro 2.6** de la página siguiente, encuentra la masa molecular de estos compuestos.

- » PbCrO_4 (cromato de plomo)
- » ZnSO_4 (sulfato de cinc)
- » NaBrO_3 (bromato de sodio)
- » SiC (carburo de silicio)

Cuadro 2.6 Masas atómicas de algunos elementos

Elemento	Masa atómica (uma)	Elemento	Masa atómica (uma)	Elemento	Masa atómica (uma)
plomo (Pb)	207.2	romo (Cr)	52	oxígeno (O)	16
cinc (Zn)	65.4	azufre (S)	32.1	sodio (Na)	23
bromo (Br)	79.9	silicio (Si)	28.1	carbono (C)	12

3. Contesta.

- » ¿Por qué consideras que los valores de las masas atómicas y moleculares se establecieron como relativas y no como absolutas?
- » ¿Cuál fue la importancia del trabajo de Cannizzaro?



Figura 2.60 Döbereiner pensaba que el parámetro más importante de un elemento era su masa atómica.

La clasificación de los elementos

Aunque ya se habían hecho varios intentos por clasificar los elementos, encontrar la manera correcta de hacerlo se convirtió en una necesidad impostergable a partir del siglo XIX.

El químico alemán Johann Wolfgang Döbereiner (1780-1849) (figura 2.60) agrupó algunos elementos de tres en tres (triadas), en función de sus masas atómicas, para tratar de establecer un orden entre ellos y sus propiedades. En 1817, encontró que el estroncio (Sr) tenía una masa atómica casi igual a la media aritmética del calcio (Ca) y el bario (Ba).

Posteriormente, encontró algo parecido entre el litio (Li), el sodio (Na) y el potasio (K); el azufre (S), el selenio (Se) y el telurio (Te); y el cloro (Cl), el bromo (Br) y el yodo (I). A esto se le llamó *ley o triadas de Döbereiner*. Existen al menos 20 triadas que cumplen con dicha ley. Por ejemplo, si se considera la triada cloro-bromo-yodo, se tienen los siguientes cálculos:

Elemento	Masa atómica (uma)
cloro	35.4
bromo	79.9
yodo	126.9

promedio 81.1

masa atómica del bromo = $(35.4 + 126.9)/2 = 81.1$ (uma)

El resultado se encuentra muy cercano al valor real: 79.9.

Desarrolla tu pensamiento científico

- Haz los cálculos necesarios para encontrar el elemento intermedio de las siguientes triadas y compara el valor de su masa atómica con el que se encuentra en la tabla periódica. Luego, compara tus resultados con los de otros compañeros.
 - » Calcio (masa atómica= 40.08 uma), _____, bario (masa atómica= 137.3 uma).
 - » Litio (masa atómica= 6.9 uma), _____, potasio (masa atómica= 39.1 uma).
 - » Boro (masa atómica= 10.8 uma), _____, galio (masa atómica= 69.7 uma).
 - » Carbono (masa atómica= 12.01 uma), _____, germanio (masa atómica= 72.64 uma).

En esta dirección (la del ordenamiento en función de las masas atómicas) apuntaron los trabajos de investigadores como los químicos franceses Jean Baptiste André Dumas (1800-1884) y Alexandre-Émile Beguyer de Chancourtois (1820-1886); el inglés John Alexander Reina Newlands (1837-1898); y el ruso Dimitri Ivanovich Mendeleiev (1834-1907), entre otros.

Dumas, maestro de Mendeleiev, agregó el magnesio (Mg) a la triada calcio-estroncio-bario; confirmó similitudes entre los elementos de una misma triada; y estableció la existencia de cinco familias (hidrógeno, carbono, nitrógeno, flúor y oxígeno), entre otras aportaciones.

Chancourtois, por su parte, ordenó los elementos según su masa atómica en una hélice o "tornillo telúrico". Aquellos cuya masa atómica difería en aproximadamente 16 unidades o sus múltiplos caían más o menos en la misma línea vertical. El litio (Li), el sodio (Na) y el potasio (K), cuyas propiedades son muy similares, caían en la misma línea. Al igual que el berilio (Be), el magnesio (Mg) y el calcio (Ca).

En 1864, el químico inglés John Alexander Reina Newlands (1837-1898) (figura 2.61) observó la repetición de las propiedades de los elementos en periodos de siete, tal como lo hacen las notas musicales en las octavas de un teclado de piano, hecho al que denominó *ley de las octavas* (figura 2.62).



Figura 2.61 En 1887, John Alexander Reina Newlands recibió por sus trabajos la medalla Davy de la Real Sociedad de Londres para el Avance de la Ciencia Natural.

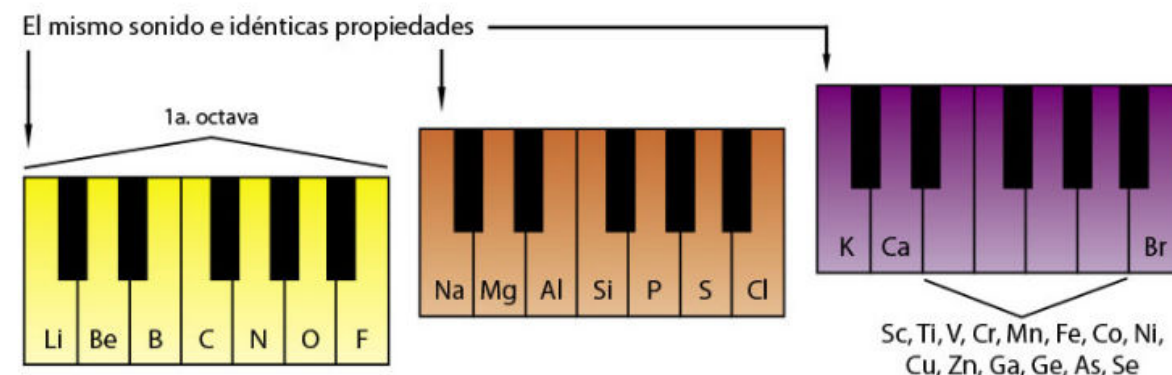


Figura 2.62 Representación de las octavas de Newlands.

Las propiedades del primer elemento de una serie eran similares a las del primero de las series previas o posteriores, el segundo al segundo... La tercera octava comenzaba con el potasio (K), análogo al litio (Li) y al sodio (Na), y seguía con el calcio, similar al berilio (Be) y al magnesio (Mg), y con el bromo, que más bien era análogo al flúor (F) y al cloro (Cl). Entonces, había más de siete elementos en esta tercera octava. Al tener una aplicación limitada, la tabla de Newlands no fue tomada en serio por algún tiempo. Sin embargo, el propio Mendeleiev hizo notar su importancia al señalar que fue de las primeras clasificaciones en grupos y periodos.

Mendeleiev, en 1869, y el alemán Julius Lothar Meyer (1830-1895), en 1870, propusieron tablas periódicas más estructuradas.

conect@mos

Lee las aportaciones de Newlands y Mendeleiev; visita la siguiente dirección:

<http://www.redir.mx/SQC-117>.

Meyer se encontraba estudiando los volúmenes atómicos de los elementos cuando, al contrastarlos en una gráfica contra la masa atómica, notó que aparecía una serie de curvas muy peculiares, tal como se ve en la **figura 2.63**. El máximo en cada curva representa un metal alcalino, y cada bajada hasta el punto mínimo representaba, para Meyer, un periodo.

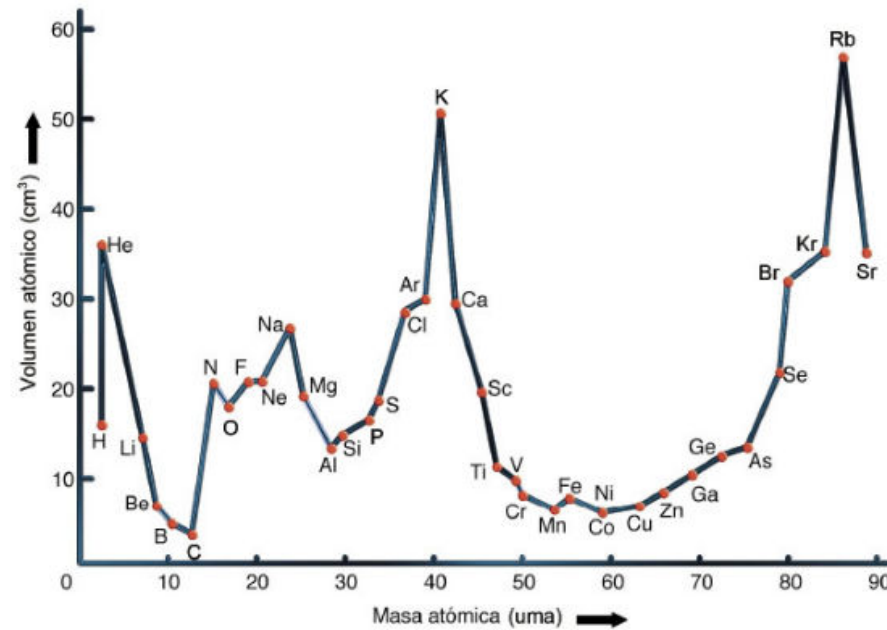


Figura 2.63 Gráfica similar a la de Meyer, en la que comparó los volúmenes atómicos y la masa atómica de los elementos.

Meyer se basó en las propiedades físicas de los elementos (volumen atómico, puntos de fusión y ebullición, etcétera) y, aunque llegaba a conclusiones similares a las de Mendeleiev, no llegó a tener el reconocimiento de los químicos de su época debido a que el trabajo de este último fue más contundente.

Mendeleiev y la tabla periódica de los elementos

Mendeleiev (**figura 2.64**) tenía 35 años cuando presentó a la comunidad científica su tabla periódica. ¿Qué aspectos tuvo en cuenta para su arreglo? Al igual que varios de sus colegas,



Figura 2.64 El químico ruso Dimitri Ivanovich Mendeleiev decía: "Actualmente podríamos vivir sin un Platón, pero nos haría falta el doble de newtons para descubrir los secretos de la naturaleza y poner nuestras vidas en armonía con sus leyes".

organizó los elementos en orden creciente de sus masas atómicas. No obstante, había excepciones a esa regla. Por ejemplo, colocó el telurio (Te) antes que el yodo (I), el primero de masa atómica 127.6 y el segundo de 126.9, porque el telurio presentaba propiedades más parecidas a las del azufre y el selenio (grupo VI) y, en cambio, las del yodo se asemejaban más a las del cloro y el bromo (grupo VII). Es decir, privilegió las propiedades químicas ante las masas atómicas.

Además, Mendeleiev aprovechó la capacidad de combinación de los elementos para formar compuestos. Por ejemplo, sabía que el oxígeno siempre se combinaba con el litio (Li), el sodio (Na) y el potasio (K) en una relación de dos a uno, y que con el bario (Ba), el calcio (Ca) y el magnesio (Mg) lo hacía uno a uno.

Uno de los aspectos más importantes de la tabla de Mendeleiev fue que ordenó los elementos de tal manera que sus propiedades, similitudes y diferencias fueran apreciadas con facilidad. También se aventuró a dejar algunos espacios vacíos para algunos elementos que, consideró, serían descubiertos posteriormente y de los cuales predijo con asombrosa exactitud sus propiedades físicas y químicas (**figura 2.65**).

Fila	Grupo I	Grupo II	Grupo III	Grupo IV	Grupo V	Grupo VI	Grupo VII	Grupo VIII
	---- R ₂ O	--- RO	---- R ₂ O ₃	---- RO ₂	RH ₃ R ₂ O ₅	RH ₂ RO ₂	RH R ₂ O ₇	---- RO ₄
1	H = 1							
2	Li = 7	Be = 9.4	B = 11	C = 12	N = 14	O = 16	F = 19	
3	Na = 23	Mg = 24	Al = 27.3	Si = 28	P = 31	S = 32	Cl = 35.5	
4	K = 39	Ca = 40	--- = 44	Ti = 48	V = 51	Cr = 52	Mn = 55	Fe = 56, Co = 59, Ni = 59, Cu = 63
5	(Cu = 63)	Zn = 65	--- = 68	--- = 72	As = 75	Se = 78	Br = 80	Be = 9.4
6	Rb = 85	Sr = 87	?Yt = 88	Zr = 90	Nb = 94	Mo = 96	--- = 100	Ru = 104, Rh = 104, Pd = 106, Ag = 108
7	(Ag = 108)	Cd = 112	In = 113	Sn = 118	Sb = 122	Te = 125	I = 127	
8	Cs = 133	Ba = 137	?Di = 138	?Ce = 140				
9								
10			?Er = 178	?La = 180	Ta = 182	W = 184		Os = 195, Ir = 197, Pt = 198, Au = 199
11	(Au = 199)	Hg = 200	Tl = 204	Pb = 207	Bi = 208			
12				Th = 231		U = 240		

Figura 2.65 Tabla periódica de Mendeleiev.

A esos elementos les dio un apelativo provisorio, compuesto por el nombre del elemento inmediato superior en la tabla y un prefijo que indicaba el número de espacios hacia abajo en el que se encontraría: *eka* para un espacio y *dwi* para dos espacios. Por ejemplo, eka-aluminio (galio en la actualidad) y dwi-telurio (polonio, en la actualidad).

Las sorprendentes predicciones de Mendeleiev se cumplieron cuando, 15 años después, se descubrieron el galio (Ga), el escandio (Sc) y el germanio (Ge), cuyas características y propiedades coincidían con las previstas por el químico ruso. Ve en el **cuadro 2.7** algunas de las cualidades predichas para el elemento eka-silicio y compáralas con las del germanio.

Cuadro 2.7 Propiedades del eka-silicio y del germanio		
Propiedades	Predichas en 1871	Observadas en 1886
	Ekasilicio	Germanio
Masa atómica	72	73.32
Volumen atómico	13 cm ³	13.22 cm ³
Color	Gris sucio	Gris blanco
Calor específico	0.073 kJ/kgK	0.076 kJ/kgK

Desarrolla tu pensamiento científico

- Entre 1878 y 1894 se descubrieron cerca de diez nuevos elementos químicos. Investiga en internet o en libros de química cuáles fueron.
 - Analiza la tabla periódica de Mendeleiev y, de acuerdo con los criterios que utilizó, escribe en qué grupo y periodo supones que colocaría cada elemento. Compara tu tabla con la de tus compañeros.
- De acuerdo con la fórmula general que se presenta en la tabla periódica de Mendeleiev (al inicio de cada columna), contesta.
 - ¿Qué compuestos forman el litio, el sodio, el potasio, el bario, el calcio y el magnesio al combinarse con el oxígeno?
 - ¿Cuál sería la fórmula de cada uno?

La comunicación en la socialización del conocimiento

La comunicación es fundamental en la práctica de la ciencia. Durante mucho tiempo, los científicos han difundido entre colegas sus ideas, resultados y hallazgos mediante publicaciones como son las revistas científicas y las memorias de congresos, convenciones, simposios y conferencias. Gracias a la comunicación, el conocimiento de los predecesores resulta de mucha utilidad a los investigadores actuales para construir nuevos conocimientos, desterrar teorías que ya no son válidas, mejorar modelos preexistentes, transformar tecnologías o unificar criterios, entre otros aspectos.

Por otra parte, la **divulgación científica** se dirige a personas no especializadas en la ciencia. Su propósito fundamental es poner a disposición de la sociedad, de forma clara, sencilla y amena, una serie de conocimientos bien delimitados relacionados con las distintas ramas de la ciencia y la tecnología. Que el divulgador científico utilice un lenguaje claro es muy importante, pues su discurso deriva del especializado, pero su objetivo son los lectores no especialistas que quieren participar del progreso de la ciencia y la tecnología.

La divulgación científica, entonces, sirve de vínculo entre el discurso especializado y el cotidiano y, para que sea efectiva, necesita utilizar un lenguaje claro y una terminología que pueda ser comprendida por un público no especializado.

Existen diversas formas de socializar el conocimiento científico. Entre ellas están, por ejemplo, talleres, conferencias, cursos de divulgación, programas y documentales de radio y televisión, películas cinematográficas y cortometrajes, juegos interactivos, artículos de revistas y periódicos, libros, folletos, trípticos, exposiciones temporales o permanentes en museo y ferias de ciencias, visitas a laboratorios o industrias, etcétera (figura 2.66).



Figura 2.66 Mediante revistas y documentales de divulgación científica es posible enterarnos de los avances y descubrimientos relacionados con disciplinas como la física, la química y la biología.

Desarrolla tu pensamiento científico

La divulgación de la ciencia es parte importante de la educación informal que recibimos a lo largo de nuestra existencia. Algunos especialistas dicen que una sociedad científicamente preparada tendrá mejores herramientas para la vida.

- Piensa y responde en tu cuaderno, ¿cuáles son las ventajas que tiene la divulgación científica?
 - entre los miembros de la comunidad científica?
 - para los estudiantes?
 - para el público en general?

Integramos

La clasificación de los elementos químicos en una tabla que representara similitudes y diferencias entre ellos no ha sido fácil. Llegar hasta lo que conocemos actualmente como tabla periódica de los elementos implicó el trabajo de cientos de científicos que con sus investigaciones han revolucionado una disciplina que cada día avanza con mayor intensidad y que se interconecta de manera más amplia con otras áreas del saber científico como la física, la biología, la medicina y las matemáticas, entre otras.

Desarrolla tu pensamiento científico

- Lee la situación y contesta en tu cuaderno.

Supón que han pasado varios años desde que terminaste tu educación secundaria y ahora eres una persona dedicada a la investigación química. En una mina abandonada, has descubierto la existencia de dos nuevos elementos que tienen las siguientes características:

El primero de ellos es un sólido de un brillo extraordinario y que conduce la electricidad mejor que la plata. Ya determinaste que su masa atómica es de aproximadamente 90 uma. El segundo, a muy bajas temperaturas, es un líquido brillante de color azul, pero a temperatura ambiente es un gas y su masa atómica es de 128 uma.

 - ¿Cómo los clasificarías en la tabla periódica?
 - ¿Divulgarías su existencia? ¿De qué manera lo harías y por qué?
- Reflexiona y responde las preguntas. Después, contrasta tus respuestas con las de otros compañeros de clase.
 - De acuerdo con el descubrimiento de los últimos elementos químicos, ¿qué características consideras que pudieran tener los próximos que se descubran?, ¿en qué parte de la tabla periódica se colocarían?, ¿cómo se esperaría que fueran sus masas atómicas?
 - ¿Consideras que la clasificación actual de los elementos químicos es una clasificación definitiva o provisional?, ¿por qué?
 - ¿Por qué las aportaciones de las personas que hacen ciencia son importantes, aun cuando no sean aceptadas o presenten errores?
 - ¿Cuál es el efecto de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación en la socialización del conocimiento científico?

Para saber más

Para asegurar que la comunidad científica publique trabajos de investigación fidedignos, con alta calidad en los contenidos y en los procesos de revisión y edición, la información publicada se respalda mediante revistas arbitradas.

Una revista arbitrada somete sus artículos a la revisión de expertos en el tema que se está tratando. Así, son examinados al menos por dos especialistas (denominados *árbitros*), que tienen reconocimiento y credibilidad nacional o internacional.

En México, el Consejo Nacional de la Ciencia y la Tecnología (Conacyt) certifica la excelencia de una revista incluyéndola en su *Índice de revistas mexicanas de investigación científica y tecnológica*.

APRENDIZAJES ESPERADOS. Identifica la información de la tabla periódica, analiza sus regularidades y su importancia en la organización de los elementos químicos. Identifica que los átomos de los diferentes elementos se caracterizan por el número de protones que los forman.

Comenzamos



En la casa y en la escuela llevas a cabo actividades periódicas, es decir, que se repiten con frecuencia a intervalos determinados. Éstas pueden ser diarias, semanales, mensuales, anuales... Por ejemplo, compras el periódico diariamente y tu revista favorita una vez a la semana, aprecias una Luna llena cada mes (para ser exactos, cada 29 días y 12 horas) y celebras tu cumpleaños una vez al año (figura 2.67).

Figura 2.67 Representación de las fases de la Luna. En esta imagen el ciclo comienza en Luna nueva.

1. Piensa en cinco actividades periódicas que no puedes dejar de hacer en tu casa y en otras cinco que debes efectuar en tu escuela. Considera al menos lo que tienes programado de aquí a seis meses (figura 2.68).

- Escribe dichas actividades en un cuadro como el siguiente, de acuerdo con la forma en que las llevas a cabo.

Actividades que hago periódicamente							
Actividad	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Danza regional		Sí		Sí			



Figura 2.68 Lavarse los dientes tres veces al día es una actividad periódica.

- Responde las siguientes preguntas.
 - » ¿Ponerte el calzado será una actividad periódica?, ¿por qué?
 - » ¿Ponerte tu abrigo en invierno será una actividad periódica?, ¿por qué?
 - » ¿Te servirá de algo haber efectuado tu cuadro de actividades periódicas?, ¿le serviría a alguien más?, ¿a quién? Justifica tu respuesta.
 - » ¿Conoces la tabla periódica de los elementos?, ¿por qué se llamará así?, ¿a quién le sirve?, ¿para qué?
 - » ¿Es posible que haya irregularidades en tus actividades periódicas?, ¿en qué casos?, da ejemplos.
 - » ¿Supones que existan irregularidades en la tabla periódica?, ¿por qué?, ¿en referencia a qué? Justifícalo.

Aprendemos

Los cuadros, que se componen de filas y columnas de celdas, son útiles para organizar y presentar la información, de esta manera es más fácil comprenderla y recordarla. En el cuadro de actividades que elaboraste, sistematizaste la información de tus actividades de forma periódica. Esto te ayuda a detectar y recordar las actividades que no debes pasar por alto.

Tabla periódica de los elementos químicos

En la actividad anterior reconociste que hay acciones que repites en forma periódica. Hace aproximadamente un siglo, se descubrió que, aunque todos los elementos son diferentes, había ciertas propiedades físicas y químicas que se repetían en algunos de ellos y se decidió agruparlos y ordenarlos en función de dichas propiedades.

La **tabla periódica de los elementos** químicos es una valiosa herramienta para los estudiantes y los profesionales de la química. Con ella es posible hacer predicciones, como el comportamiento de un elemento en una reacción.

La tabla periódica actual es producto del trabajo de muchos investigadores y del estudio minucioso de cada uno de los 114 elementos químicos aceptados por la **Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (IUPAC)**. Estos elementos están ordenados en **periodos** (filas) y **grupos** (columnas).

Después de que se descubrió la mayor parte de los elementos y se habían determinado cuidadosamente sus masas atómicas, seguían apareciendo ciertas irregularidades, como la del telurio (Te) y el yodo (I), mencionada en la lección anterior. Así como entre el cobalto (Co) y el níquel (Ni), y el argón (Ar) y el potasio (K).



Figura 2.69 Henry Moseley fue discípulo de Rutherford en Manchester durante dos años.

En 1913, el físico inglés Henry Moseley (1887-1915) (figura 2.69) determinó las frecuencias de rayos X producidas al bombardear los elementos con electrones de alta energía y observó que generalmente aumentaban al incrementarse la masa atómica. Con las frecuencias determinó un número con el cual ordenar los elementos, el **número atómico (Z)**, que coincidía con el número de cargas positivas del núcleo, como lo confirmaría después Chadwick en 1920. Recordarás que este último fue quien descubrió el neutrón en 1932.

Moseley descubrió que "las propiedades de los elementos químicos son funciones periódicas del número atómico". Así se explicaron los acomodos invertidos del cobalto (número atómico 27 y masa atómica 58.933 uma), del níquel (número atómico 28 y masa atómica 58.693 uma), del telurio (número atómico 52 y masa atómica 127.60 uma) y del yodo (número atómico 53 y masa atómica 126.90 uma). Además, demostró que el coronio, elemento propuesto por Mendeleiev, no existía y que había huecos en la tabla, entre otras cosas.

La carrera científica de Moseley, aunque breve, dejó un legado importante. Si no hubiera encontrado la muerte a los 27 años de edad en 1915, durante la Primera Guerra Mundial, en la batalla de Galípoli, su contribución al conocimiento de la estructura de la materia hubiera sido mayor. En 1962, Niels Bohr dijo poco antes de morir que el trabajo de Rutherford acerca del núcleo atómico no hubiera sido tomado en serio ni se hubiera entendido sin las investigaciones de Moseley.

En la versión moderna de la tabla periódica, los elementos químicos están ordenados por el valor creciente de sus números atómicos, y están dispuestos en siete filas o renglones llamados **periodos** (señalados del 1 al 7) y 18 columnas que constituyen las **familias o grupos**, cumpliendo con la ley periódica de los elementos químicos, la cual establece que las propiedades físicas y químicas de los elementos tienden a repetirse en forma sistemática al aumentar el número atómico.

Para saber más

La IUPAC, siglas en inglés de Unión Internacional de Química Pura y Aplicada, es un organismo internacional no gubernamental fundado en 1919 considerado la autoridad mundial en nomenclatura química, terminología y métodos estandarizados para medir masas atómicas, entre otras cosas.

Desarrolla tu pensamiento científico

1. Copia en tu cuaderno la siguiente tabla, o fotocópiala y pégalala.

Periodos	1	1											2									
		H											He									
	2	3	Li	Be											5	6	N	O	F	Ne		
															B	C						
	3	11	Na	Mg											14	14	P	S	Cl	18		
															Al	Si			Ar			
	4	19	K	Ca	21	Ti	V	Cr	Mn	26	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	28	Ga	Ge	As	Se	35	Br
5																						
6																						
7																						

- Completa la tabla escribiendo el número atómico de los elementos a los que les hace falta.
- Responde cuántos protones tienen los átomos de los elementos Al, S, Ti, P, Cl y Kr, ¿cómo lo sabes?

La clasificación de los elementos

Las columnas de la tabla periódica indican los **grupos** o **familias** químicas. En éstas, los elementos presentan propiedades periódicas semejantes. Los grupos se pueden denominar de dos maneras (figura 2.70).

- Con números del 1 al 8, cada uno seguido de la letra A o B. Los elementos de los grupos A se denominan **representativos**; los de los B, **de transición**.
Grupos A: I A, II A, III A, IV A, V A, VI A, VII A y VIII A
Grupos B: I B, II B, III B, IV B, V B, VI B, VII B y VIII B
- Con números arábigos del 1 al 18.

Estas dos formas las encontrarás en las diversas tablas periódicas que consultes. La IUPAC en la actualidad emplea la segunda.

	I A												VIII A		VII A		He			
1	H	II A													B	C	N	O	F	Ne
2	Li	Be																	Ar	
3	Na	Mg	III B	IV B	V B	VIB	VII B	VIII B				IB	IIB	Al	Si	P	S	Cl	Ar	
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr		
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe		
6	Cs	Ba	*	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn		
7	Fr	Ra	**	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	Nh	Fl	Mc	Lv	Ts	Og		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		

Figura 2.70 Tabla periódica. Los periodos se indican con color rojo y los grupos con azul.

*Lactánidos
** Actínidos

Los colores indicados en la tabla periódica se pusieron para diferenciar unos grupos de otros y sólo tienen fines didácticos. No existe un código internacional que norme el uso de los colores; también es posible encontrar tablas en blanco y negro.



Figura 2.71 En piedras preciosas como la esmeralda (verde) o el aguamarina (azul o azul-verdosa) hay berilio.

Grupo de los metales alcalinos (grupo 1 o IA)

El grupo I A es el de los **metales alcalinos** (excepto por el hidrógeno, que es un gas). Su nombre proviene de la palabra árabe *quily*, con la que se denominaba a las cenizas de unas plantas, que al mezclarlas con grasas se transformaban en jabón. Los primeros compuestos de sodio y potasio se descubrieron en cenizas de madera.

Los metales alcalinos son el litio (Li), el sodio (Na), el potasio (K), el rubidio (Rb), el cesio (Cs) y el francio (Fr). Son metales blandos, blanco-plateados y de baja densidad y punto de fusión. Todos ellos tienen un electrón de valencia, el cual pierden con facilidad para formar compuestos.

Con el agua estos metales reaccionan violentamente y forman hidróxidos (XOH). Éstos y sus óxidos (X₂O) son básicos. En estas fórmulas genéricas "X" representa a dichos metales.

Grupo de los metales alcalinotérreos (grupo 2 o II A)

Los **metales alcalinotérreos**, que reciben este nombre por sus propiedades básicas (alcalinas) y porque sus óxidos eran llamados "tierras", son el berilio (Be) (figura 2.71), el magnesio (Mg), el calcio (Ca), el estroncio (Sr), el bario (Ba) y el radio (Ra). Todos presentan dos electrones de valencia. Son bastante frágiles, aunque también son maleables y dúctiles; conducen bien la electricidad y, al calentarlos, arden fácilmente en el aire. Son más duros que los metales alcalinos y sus puntos de fusión son más elevados; no existen libres en la naturaleza, pese a ser menos reactivos que los metales alcalinos.

Metales de transición (grupos del 3 al 12 o del I B al VIII B)

Los **metales de transición**, ubicados a la mitad de la tabla, presentan propiedades variadas; sin embargo, la mayoría posee brillo metálico, tiene puntos de fusión y de ebullición altos y conduce bien el calor y la electricidad. Son menos reactivos que los metales de los grupos I A y II A, algunos se encuentran en forma libre y otros en forma de compuestos.

Siguiendo el orden del número atómico, al escandio (Sc) es al primero que vemos en la tabla periódica (figura 2.72). Otros de sus miembros son el hierro (Fe), el oro (Au), la plata (Ag), el titanio (Ti), el cobalto (Co) y el níquel (Ni). El grupo VIII B está formado por tres columnas.



Figura 2.72 El escandio es un metal de transición utilizado en la industria aeroespacial por su ligereza.

conect@mos

Observa cómo reaccionan los metales alcalinos con el agua en el siguiente vínculo de internet:
<<http://www.redir.mx/SQC-125>>.

Observa ahora la tabla de la **figura 2.73**. Hay dos hileras más al final de ésta: la de los **lantánidos** y la de los **actínidos**, cada una con 15 elementos. Éstas realmente van incrustadas en las hileras 6 y 7, donde se observan los lantánidos (*) y los actínidos (***) en la tabla periódica anterior (**figura 2.70**). Es decir, hay 32 elementos en el periodo 6 y otros tantos en el 7.

I A										VIII A							
1 H	II A												2 He				
3 Li	4 Be											10 Ne					
11 Na	12 Mg	III B	IV B	V B	VI B	VII B	VIII B			IB	II B	17 Cl	18 Ar				
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
55 Cs	56 Ba	57-71 *	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
87 Fr	88 Ra	89-103 ***	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn	113 Nh	114 Fl	115 Mc	116 Lv	117 Ts	118 Og
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
		* Lantánidos															
		*** Actínidos															

Figura 2.73 Tabla periódica con los lantánidos y los actínidos aparte.

Esta separación se hace para facilitar el manejo de la tabla periódica, ya que sería muy larga si se incluyeran los lantánidos y los actínidos en su respectivo espacio (**figura 2.74**).

I A										VIII A								
1 H	II A												2 He					
3 Li	4 Be											10 Ne						
11 Na	12 Mg											17 Cl	18 Ar					
19 K	20 Ca											35 Br	36 Kr					
37 Rb	38 Sr											53 I	54 Xe					
55 Cs	56 Ba	57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu	85 At	86 Rn
87 Fr	88 Ra	89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr	117 Ts	118 Og
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	

Figura 2.74 Así se vería la tabla periódica con los lantánidos y los actínidos insertados.



Figura 2.75 El uranio y el plutonio se usan en las plantas nucleares para obtener energía eléctrica.

Las propiedades de los lantánidos son muy similares entre sí, y por muchos años fue difícil diferenciarlos. Los actínidos son sólidos; los de mayor número atómico no se encuentran en la naturaleza (han sido obtenidos artificialmente). De éstos, el uranio (U) y el plutonio (Pu) son los más conocidos y ambos son radiactivos (**figura 2.75**).

Exceptuando al hidrógeno, los elementos que hemos mencionado hasta aquí son **metales**. Los elementos químicos tienen mayor carácter metálico cuanto más abajo y más a la izquierda se ubiquen en la tabla periódica. En ella también encontramos metaloides, no metales y gases nobles (a estos últimos se les considera aparte). Desde el grupo 13 o III A aparecen los metaloides o semi-metales. Posteriormente vienen los no metales y el último grupo es el de los gases nobles.

Grupo del boro (grupo 13 o III A)

En éste encontramos al boro (B), al aluminio (Al), al galio (Ga), al indio (In) y al talio (Tl), los cuales presentan tres electrones de valencia; aunque el galio, el indio y el talio tienen también valencia 1. El boro presenta características metálicas y no metálicas, por ello es un metaloide. El resto se parece bastante a los metales alcalinotérreos. Por ejemplo, el boro es duro, y el talio, blando. El aluminio es el metal más abundante en la corteza terrestre; en cambio, el indio y el talio son muy raros. Estos elementos son bastante reactivos y no se encuentran de forma nativa.



Figura 2.76 El estaño se usa para revestir el interior de las latas de alimentos.

Grupo del carbono (grupo 14 o IV A)

En este grupo se encuentran los siguientes elementos químicos: el carbono (C), el silicio (Si), el germanio (Ge), el estaño (Sn) (**figura 2.76**), el plomo (Pb) y el flerovio (Fl), que es radiactivo y sintético. Tienen cuatro electrones de valencia. Sus miembros tienen propiedades variables: el carbono, que es uno de los elementos que más compuestos produce, es un no metal, pues presenta características no metálicas; el silicio y el germanio son metaloides; el estaño, el plomo y el flerovio son **metales**. A temperatura ambiente todos son sólidos. El silicio es el segundo elemento más abundante en la corteza terrestre. El carbono es duro (**figura 2.77**), mientras que el plomo es blando.



Figura 2.77 En estado elemental, el carbono se puede encontrar como diamante, grafito o carbono amorfo.

Grupo del nitrógeno (grupo 15 o V A)

En este grupo se encuentran cinco elementos: el nitrógeno (N), el fósforo (P), el arsénico (As), el antimonio (Sb) y el bismuto (Bi), que presentan cinco electrones de valencia. Sus características son diferentes: el nitrógeno y el fósforo son **no metales**, el arsénico y el antimonio son **metaloides**, y el bismuto es un **metal**. A temperatura ambiente el nitrógeno es un gas, los demás son sólidos. El antimonio, que no abunda en la naturaleza, a menudo se encuentra combinado con arsénico.

Grupo del oxígeno (grupo 16 o VI A)

En este grupo se encuentran los siguientes elementos: oxígeno (O), azufre (S), selenio (Se), telurio (Te) y polonio (Po), todos presentan seis electrones de valencia. El oxígeno puro es un gas y los demás elementos son sólidos. El azufre (**figura 2.78**) y el selenio son no metales, el telurio y el polonio, metaloides. El oxígeno es el elemento más abundante en la corteza y la atmósfera terrestre.



Figura 2.78 El azufre se encuentra en estado nativo, formando un mineral llamado dolomita.

Grupo de los halógenos (grupo 17 o VII A)

La palabra **halógeno** proviene del griego *hals*, "sal", y *genes*, "origen" (que origina sal), porque inicialmente se pensaba que sólo formaban sales. Sin embargo, en la actualidad se sabe que los **halógenos** forman múltiples compuestos.



Figura 2.79 El flúor es un componente de las pastas de dientes que coadyuva a la salud dental.



Figura 2.80 El helio es un gas incoloro, menos denso que el aire y no tóxico, que se utiliza como refrigerante y para inflar globos.

Los elementos de este grupo son el flúor (F) (figura 2.79), el cloro (Cl), el bromo (Br), el yodo (I) y el ástato (At). Éstos presentan siete electrones de valencia; el flúor y el cloro son gases a temperatura ambiente, el bromo es líquido, el yodo y el ástato son sólidos.

Grupo de los gases nobles o inertes (grupo 18 u VIII A)

Los **gases nobles** son el helio (He), el neón (Ne), el argón (Ar), el criptón (Kr), el xenón (Xe) y el radón (Rn), se les conoce así porque son gases que no reaccionan con los átomos de otros elementos en condiciones normales, ni siquiera forman moléculas diatómicas consigo mismos. A excepción del helio, todos tienen completo su octeto. Su valencia es cero y por eso son muy estables. Sin embargo, en ciertas condiciones es posible hacerlos reaccionar para formar algunos compuestos, como los fluoruros de xenón (XeF_2 , XeF_4 , XeF_6). El helio es escaso en la Tierra, pero muy abundante en el Universo (figura 2.80).

Desarrolla tu pensamiento científico

1. Responde las siguientes preguntas.

- » ¿Cuál es la importancia de la organización de los elementos químicos?
- » ¿Cuál es la diferencia entre la tabla periódica de Mendeleiev y la actual?
- » ¿De qué dependen las propiedades de cada elemento?
- » El pie de la figura 2.79 hace que se infiera que el flúor ayuda a prevenir las caries. Sin embargo, en muchos países se han retirado del mercado los productos fluorados, ¿por qué? Argumenta tu respuesta. ¿A qué otros productos se les agrega flúor?

Algunas propiedades identificables en la tabla periódica: carácter metálico, valencia, número atómico y masa atómica

Como has visto, es posible obtener información del carácter metálico de los elementos a partir de la tabla periódica; éste aumenta hacia abajo y a la izquierda (figura 2.81). A los gases nobles se les considera aparte.

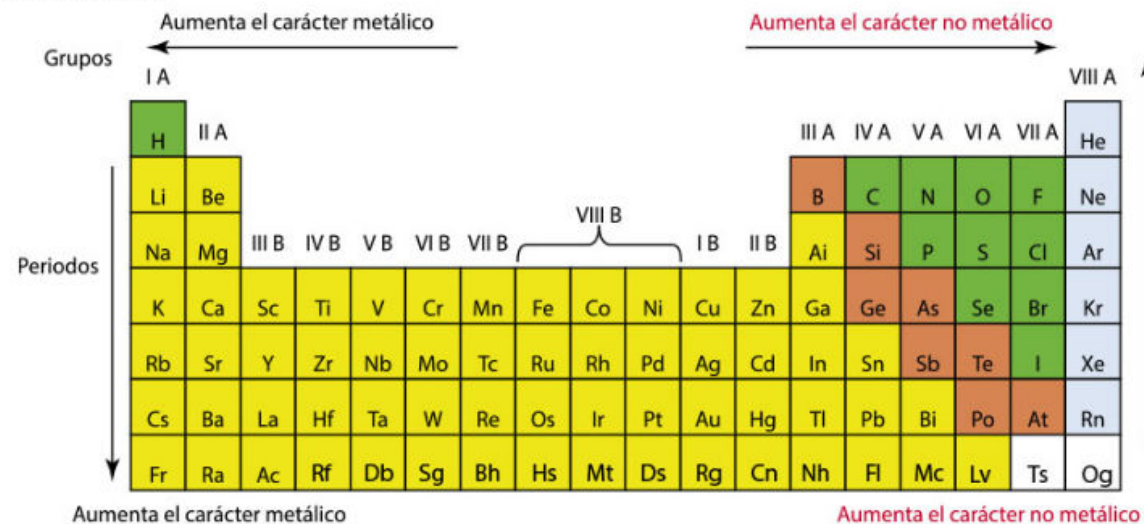


Figura 2.81 Variación del carácter metálico en la tabla periódica. En esta tabla los metales se encuentran en color amarillo, los metaloides en color naranja, los no metales en color verde, los gases nobles en color azul claro y en blanco los elementos de los que aún no se conocen sus propiedades.

Los **metales**, como ya lo has visto, en general son sólidos a temperatura ambiente, tienen brillo metálico, son dúctiles, maleables y buenos conductores del calor y la electricidad. Tienen de uno a tres electrones de valencia. La mayoría es de gran utilidad para los humanos (figura 2.82).

Los **no metales** pueden ser sólidos, líquidos o gaseosos a temperatura ambiente. No son dúctiles ni maleables ni tenaces. Conducen mal la electricidad y el calor, y no presentan brillo metálico. La mayoría presenta bajas temperaturas de fusión y baja densidad. Forman un sinnúmero de compuestos químicos de gran utilidad. Tienen de cuatro a siete electrones de valencia.

Los **metaloides** o **semimetales** tienen propiedades intermedias entre los metales y los no metales. Casi todos tienen brillo metálico, son semiconductores de la electricidad y malos conductores del calor (figura 2.83).

Algunas presentaciones de la tabla periódica tienen indicada la valencia, pues los átomos con el mismo número de electrones de valencia forman una familia. Por ejemplo, el berilio (Be), magnesio (Mg), calcio (Ca), estroncio (Sr), bario (Ba) y radio (Ra) poseen dos electrones de valencia e integran la familia 2. Consulta, en el cuadro 2.8, las valencias de los elementos de acuerdo con la familia a la que pertenecen.



Figura 2.82 Por su resistencia, el metal níquel (Ni) se usa mucho para acuñar monedas.

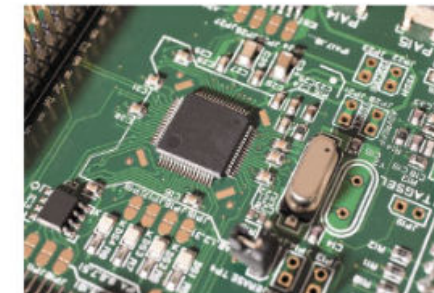


Figura 2.83 Gracias a su propiedad semiconductor, el silicio (Si) es un metaloide que se emplea para fabricar chips utilizados en componentes eléctricos.

Cuadro 2.8 Electrones de valencia de los elementos de cada familia de la tabla periódica

Familia	Electrones de valencia
1	1
2	2
13	3
14	4
15	5
16	6
17	7
18	8, excepto el helio, que tiene 2
Para las familias de los elementos de transición	
3	3
4	2 a 4
5	2 a 5
6	2 a 6
7	2 a 7
8	2 o 3
9	2 o 3
10	2 o 3
11	1 o 2
12	1

Desarrolla tu pensamiento científico

1. Ordena los siguientes elementos de menor a mayor carácter metálico: litio (Li), cromo (Cr), cloro (Cl), hierro (Fe) y aluminio (Al).
2. Menciona tres propiedades periódicas con sus respectivos ejemplos de elementos.

Integramos

La tabla periódica es el resultado de la contribución de grandes científicos que con el tiempo obtuvieron y organizaron una gran cantidad de valiosa información química. El descubrimiento de la periodicidad de los elementos y del número atómico (la cantidad de protones que tiene un átomo) fue clave para construir la tabla periódica de los elementos químicos, tal como la conocemos en la actualidad.

La tabla periódica es una herramienta muy útil para estudiantes de química, profesores e investigadores, por ello es muy importante que conozcas bien su estructura y que aprendas cómo consultarla. En ella también se encuentra la masa atómica, que se obtiene calculando la media ponderada de los isótopos naturales de un elemento; por eso no es un número entero, como se esperaría al sumar los protones y neutrones de su átomo.

Desarrolla tu pensamiento científico

1. Contesta nuevamente las preguntas del apartado "Comenzamos" para que adviertas cómo han cambiado tus conocimientos.
2. Haz lo que se pide sobre el siguiente esquema de la tabla periódica.

- » Pinta con colores diferentes los metales, los metaloides y los no metales.
- » Coloca un asterisco en todos los halógenos.
- » Dibuja un triángulo pequeño en todos los gases nobles.
- » Pon una raya horizontal en los actínidos y una vertical en los lantánidos.
- » Dibuja un círculo pequeño en los metales alcalinotérreos.
- » Remarca todos los cuadros de los metales alcalinos.
- » Señala con flechas y rótulos cuáles son los periodos y cuáles las familias; numéralos.

BLOQUE

2

Tabla periódica: organización y regularidades de los elementos químicos

Lección 7

Importancia de los elementos químicos para los seres vivos

APRENDIZAJES ESPERADOS. Relaciona la abundancia de elementos (C, H, O, N, P, S) con su importancia para los seres vivos.

Comenzamos

Hoy Marco está a cargo del cuidado de su hermanito menor, Toño, quien lo observa con admiración.

—Oye Marco —dice Toño—, ¿cómo es que sabes tanto?

En ese momento, Marco pensó en impresionar a su hermanito con lo que acababa de aprender en sus clases de química.

—Pues, ya ves —contesta Marco—, uno que es muy inteligente. A ver, ¿qué quieres saber? —le pregunta a Toño, con aire de sabiduría—, ¿quieres saber de qué están hechos los puentes?, ¿o de qué están hechas nuestras ropas?, ¿o las herramientas de papá?, ¿o el agua que bebemos?, ¿o el aire que respiramos?...

—¿De qué estamos hechos, Marco?, quiero saber de qué estamos hechos (figura 2.84).



Figura 2.84 El cuerpo humano se organiza en aparatos, sistemas, órganos, tejidos, células, moléculas y átomos.

1. Observa la información del cuadro 2.9 acerca de la composición química porcentual del cuerpo humano y la corteza terrestre.

Cuadro 2.9 Abundancia relativa de elementos en el cuerpo humano y en la corteza terrestre

Elemento	Cuerpo humano	Corteza terrestre
	% (m/m)	% (m/m)
aluminio (Al)	-	8.07
azufre (S)	0.3	0.05
calcio (Ca)	1.5	3.65
carbono (C)	18.5	0.09
cloro (Cl)	0.2	0.05
fósforo (P)	1.0	0.13
hidrógeno (H)	9.5	0.14
hierro (Fe)	trazas	5.05
magnesio (Mg)	0.1	2.08
manganeso (Mn)	trazas	0.09
nitrógeno (N)	3.3	-
oxígeno (O)	65	46.71
potasio (K)	0.4	2.58
silicio (Si)	trazas	27.69
sodio (Na)	0.2	2.75
titanio (Ti)	-	0.62
otros	trazas	0.25

GLOSARIO Trazas. Cantidad minúscula de una sustancia.

- Organiza la información del cuadro de la página anterior, de manera que te sea más fácil analizarla y haz la gráfica correspondiente. Puedes usar hojas milimétricas o computadora, y hacer uso de diferentes tipos de gráficas, como pastel, barras o algunas otras.
 - Compara tu gráfica con la de tus compañeros y muéstrala al profesor.
2. Cuando hayas terminado lo anterior, responde estas preguntas.
- ¿Cuáles son los ocho elementos más abundantes en el cuerpo humano?, ¿cuáles en la corteza terrestre?, ¿cuáles son las coincidencias y las diferencias entre ellos?, ¿a qué consideras que se deban éstas?
 - ¿Cómo supones que los humanos ocupamos dichos elementos?, ¿de dónde piensas que los obtenemos?
 - ¿Todos los seres vivos estaremos conformados por los mismos elementos?, ¿en qué varían? Justifica tu respuesta.

Aprendemos

Los elementos químicos que constituyen los seres vivos se llaman **bioelementos** o **elementos biogénicos**; al combinarse producen una gran cantidad de sustancias, necesarias para que los organismos unicelulares y pluricelulares lleven a cabo sus funciones metabólicas, formen sus estructuras, se desarrollen, se mantengan y se reproduzcan (figura 2.85).



Figura 2.85 Nuestro esqueleto nos da sostén y protege órganos blandos como el cerebro, el corazón y los pulmones.

En la actualidad se han detectado unos 70 bioelementos; todos se encuentran en la tabla periódica. Los más abundantes en los seres vivos (de 95 a 99%) son el carbono (C), el hidrógeno (H), el oxígeno (O) y el nitrógeno (N), a los que se les llama **bioelementos**

mayoritarios o **primarios**. Éstos se encuentran formando biomoléculas, es decir, moléculas que constituyen la materia viva (figura 2.86).

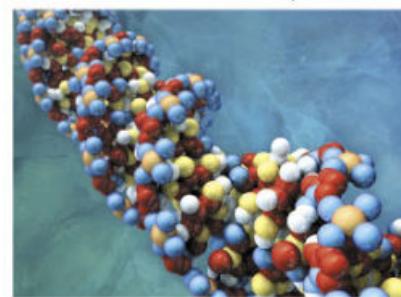


Figura 2.86 La molécula de ADN, presente en las células de todos los seres vivos, está formada por millones de átomos de carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno y fósforo.

Si comparas estos datos con los del cuadro que aparece al inicio de la lección, verás que los bioelementos mayoritarios no coinciden, excepto por el oxígeno, con los elementos más abundantes en la corteza terrestre (oxígeno, silicio, aluminio y hierro).

Los **bioelementos secundarios** se hallan en menor proporción que los primarios, entre ellos están el calcio (Ca), el fósforo (P), el azufre (S), el sodio (Na), el potasio (K), el cloro (Cl) y el magnesio (Mg); sin embargo, juegan un papel importante. Por ejemplo, el potasio, el cloro y el sodio intervienen en forma de iones en la distribución del agua en los compartimientos intra o extracelulares, en el mantenimiento de potenciales de membrana, etcétera.

El fósforo, el azufre y el calcio participan, junto con el carbono, el hidrógeno, el oxígeno y el nitrógeno en funciones estructurales, es decir, integran la arquitectura del cuerpo (vísceras, huesos, tegumentos...). A excepción del calcio, estos elementos son capaces de formar enlaces covalentes. El carbono forma desde compuestos de baja masa molecular, hasta largas cadenas que conforman la base de grandes biomoléculas.

Los **oligoelementos** o **elementos traza** se encuentran en cantidades pequeñísimas en los seres vivos (en concentración menor que 0.01%); no obstante, son indispensables para su crecimiento y funcionamiento. Entre los elementos traza están el cinc (Zn), el cobre (Cu), el cobalto (Co), el hierro (Fe), el yodo (I) y el manganeso (Mn).

Desarrolla tu pensamiento científico

- Analiza la composición química porcentual de la calabaza y la alfalfa (cuadro 2.10).

Cuadro 2.10 Elementos químicos contenidos en la calabaza y la alfalfa

Elemento	Calabaza	Alfalfa
	Masa (%)	Masa (%)
oxígeno (O)	85	77.90
carbono (C)	3.3	11.34
hidrógeno (H)	10.7	8.72
nitrógeno (N)	0.16	0.83
calcio (Ca)	0.02	-
fósforo (P)	0.05	0.71
azufre (S)	-	0.10
otros	0.77	0.4

- Haz una gráfica con la información anterior y compárala con los datos de la composición química porcentual del cuerpo humano (cuadro 2.9).
- Responde las siguientes preguntas.
 - ¿Qué similitudes encontraste?, ¿qué diferencias?, ¿a qué supones que se deba esto? Justifica tu respuesta.
 - ¿De dónde obtienen los vegetales los elementos que necesitan?, ¿para qué los utilizan?, ¿se alimentan igual que las personas?, ¿por qué?

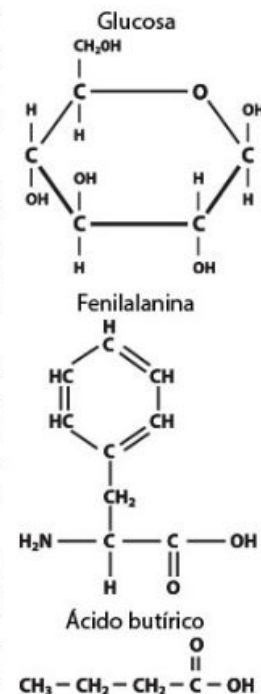
Bioelementos primarios

Los bioelementos se encuentran tanto en moléculas inorgánicas (el agua, el oxígeno y el dióxido de carbono) como en las biomoléculas (los carbohidratos —glucosa, almidón y celulosa—, los lípidos —grasas y colesterol—, las proteínas —hemoglobina y enzimas— y los ácidos nucleicos —ADN y ARN—).

El **hidrógeno** y el **oxígeno**, entre otras cosas, forman el agua, que es de vital importancia para la vida. En el cuerpo humano, por ejemplo, el agua constituye cerca de dos terceras partes de su masa; ésta la obtenemos de los alimentos y del metabolismo (es uno de sus subproductos), pero principalmente del agua que bebemos. Si dejáramos de consumirla, moriríamos en pocos días.

El oxígeno participa en la respiración aerobia, por la cual la mayoría de los organismos obtienen energía a partir de moléculas orgánicas como la glucosa. Si no hay un suministro adecuado de oxígeno, las células empiezan a deteriorarse y puede llegar a sobrevenir la muerte. En cambio, éste no es necesario para los seres que son **anaerobios**, como algunas bacterias o levaduras.

El **carbono** forma parte de sustancias tan pequeñas como el dióxido de carbono (CO₂), hasta de **macromoléculas**, como proteínas y ácidos nucleicos. El carbono, junto con el hidrógeno, el oxígeno, el nitrógeno y otros elementos, se encuentra en carbohidratos, proteínas, lípidos, vitaminas y ácidos nucleicos (figura 2.87).



GLUCOSARIO
Ser anaerobio. Organismo que respira en ausencia de oxígeno.
Macromolécula. Molécula de gran tamaño y elevado peso molecular.

Figura 2.87 Tres moléculas presentes en los seres vivos. La primera es un azúcar, la segunda, un aminoácido que constituye a las proteínas; y la tercera, un ácido graso, que se encuentra en los lípidos, como la mantequilla. Observa que las tres tienen C, H y O.

Polisacárido. Polímero formado por una cadena de monosacáridos (azúcares).

GLOSARIO

La principal fuente de carbono son los **carbohidratos**, que se transforman en glucosa, el "combustible" del cuerpo. La falta de éstos causa fatiga y mareos, pérdida de masa muscular, líquidos y electrolitos, y un aumento del nivel de colesterol, de triglicéridos y de ácido úrico. Por otra parte, si hay un exceso de éstos, se guarda en el hígado y los músculos para cuando se necesite.

En las frutas, los vegetales, y la leche y sus derivados se encuentran los carbohidratos simples. Mientras que los complejos están en panes y cereales integrales, vegetales ricos en almidón y legumbres. La pared celular de las plantas está formada por carbohidratos como la celulosa, y algunos organismos unicelulares poseen una cápsula protectora constituida por **polisacáridos**.

El **nitrógeno** está presente en todas las **proteínas**. Las plantas transforman el nitrógeno del suelo o los fertilizantes en aminoácidos y proteínas. Como gas, el nitrógeno es aprovechado por bacterias presentes en el suelo. Necesitamos consumir proteínas en nuestros alimentos (carne, leche y sus derivados, nueces, granos o guisantes) para mantener y fortalecer los huesos, los músculos y la piel. En el caso de las proteínas de las plantas, debemos combinarlas para obtener los aminoácidos que requerimos (**figura 2.88**). El cuerpo no almacena las proteínas, como lo hace con las grasas y los carbohidratos, por ello hay que consumir proteínas

diariamente. Las **grasas**, por su parte, ayudan a absorber las vitaminas y son necesarias para un adecuado desarrollo. Son una buena fuente de energía.



Figura 2.88 Alimentos ricos en proteínas.

Aproximación al conocimiento científico

La mayor parte de la masa de un ser vivo la aporta el agua. Elaboren, en su cuaderno, una predicción respecto a la cantidad de agua y compuestos orgánicos que posee una hoja vegetal grande.

Material: ¿qué necesitamos?

Una hoja vegetal grande, una balanza granataria, una sartén o lata de metal con tapa, una parrilla eléctrica.

Desarrollo: ¿qué hacemos?

1. Pesen la hoja en la balanza y anoten el valor.
2. Pongan la hoja en la sartén, tápenla y caliéntenla.
3. Cuando la vean toda seca, pésenla. Después, regrésenla a la sartén y déjenla ahí hasta obtener sus cenizas (**figura 2.89**).
4. Recojan con cuidado los residuos y pésenlos.
5. Calculen la cantidad de materia que perdió la hoja al quemarse.
6. Calculen ahora la cantidad total perdida restando el peso de las cenizas del peso de la hoja fresca.

Análisis de resultados: ¿qué concluimos?

- » ¿Cuál es la principal sustancia que perdió la hoja al quemarse?
- » ¿Qué elementos formarán las cenizas de la hoja?
- » ¿En qué funciones orgánicas interviene el agua?
- » ¿En qué proporción se encontraba el agua en la hoja? ¿Cómo lo saben?
- » ¿Qué otros elementos tendrá la hoja?
- » Si hicieran este experimento utilizando un hueso de pollo, ¿obtendrían resultados similares? ¿Por qué?
- » ¿Por qué en los organismos está presente el agua en gran cantidad?
- » ¿De dónde toman el agua los seres vivos?



Figura 2.89 Tengan cuidado al manipular objetos calientes.

Bioelementos secundarios y oligoelementos

Los bioelementos secundarios y oligoelementos son imprescindibles para la estructura y función de los seres vivos. Lee en el **cuadro 2.11** acerca de algunos de ellos.

Cuadro 2.11 Papel biológico de varios elementos

Bioelemento	Funciones en el organismo	Alimentos que lo contienen	¿Qué provoca su deficiencia?
Sodio (Na)	Regula la presión arterial y el contenido de líquidos en los organismos. Forma parte importante del plasma sanguíneo.	Sal común, bacalao salado, salsa de soya, sardinas en aceite, levadura, aceitunas	Disminución del volumen de la sangre y, por ende, de la presión arterial; elevación de la frecuencia cardíaca, mareos e incluso estado de choque
Potasio (K)	Tiene funciones reguladoras en las células; es indispensable para el desarrollo de la actividad nerviosa.	Plátano, papaya, frijol, mariscos, pescados y lácteos, entre otros	Debilidad, parálisis e insuficiencia respiratoria, calambres
Calcio (Ca)	Es indispensable en las diferentes estructuras duras, como huesos y dientes, y conchas de moluscos.	Acelgas, brócoli y lentejas, y de productos animales como leche, queso y huevo, entre otros	Osteoporosis
Fósforo (P)	Se combina con el oxígeno para formar el ión PO_4^{3-} , que con el calcio forma el fosfato de calcio, $Ca_3(PO_4)_2$, el cual constituye huesos y dientes.	Cereales, harinas, chícharos, alcachofa, perejil, nueces, cacahuete, leche y quesos, aves, conejos, etcétera	Irritabilidad, debilidad, alteraciones intestinales y renales
Cloro (Cl)	Junto con el sodio y el potasio, es un regulador de los líquidos del cuerpo. Participa en la formación del ácido clorhídrico (HCl) en el estómago para la digestión de los alimentos.	Sal común (NaCl), acelgas, nueces, avellanas, cereales, aceitunas, zanahorias, carne de res, entre otros	Disminución en la producción de ácido clorhídrico en la pared gástrica, lo que perturba la descomposición de las grasas y de las proteínas; también ocasiona debilidad muscular y, si su deficiencia es importante, edemas cerebrales.
Cinc (Zn)	Actúa como catalizador en muchas reacciones del organismo.	Ostras, salmón, semillas de calabaza, ajo, germen de trigo, hígado, yemas de huevo, hongos, cacahuates	Debilidad, pérdida del apetito, alteraciones oculares, retraso en el desarrollo sexual, susceptibilidad a procesos infecciosos
Cobre (Cu)	Forma parte de varias enzimas y proteínas, y contribuye al buen estado de los huesos, y al correcto funcionamiento de los sistemas inmunológico, nervioso y cardiovascular.	Mariscos, nueces, semillas de girasol, cocos, papayas, manzanas, chocolate, garbanzos, lentejas, cereales fortificados	La deficiencia de cobre se encuentra asociada con la de hierro, que produce anemia, neutropenia (bajo recuento de glóbulos blancos), fatiga, fracturas óseas.
Hierro (Fe)	Es parte de la molécula de hemoglobina presente en los glóbulos rojos, encargados de llevar el O_2 a todo el organismo y de retirar el CO_2 que se produce en la respiración celular.	Espinacas, frijoles, lentejas, hígado, carne de ternera, cerdo, etcétera	Anemia, que se manifiesta con cansancio, palidez de piel, taquicardia, uñas frágiles, zumbidos en los oídos o infecciones
Yodo (I)	Forma parte de las hormonas tiroideas, importantes para el desarrollo y el crecimiento del cuerpo.	Ajo, cebolla, acelga, pescados, algas, mariscos y huevo, entre otros	Mal funcionamiento de la tiroides; bocio

Para saber más

Las cianobacterias, que se encuentran tanto en ambientes terrestres como marítimos (figura 2.90), han tenido una enorme relevancia en nuestro planeta, al fijar el dióxido de carbono y, algunas especies, el nitrógeno atmosférico. Esto significa que son capaces de convertir el CO_2 en carbohidratos aprovechables y el N_2 en compuestos nitrogenados empleados sobre todo por las plantas.

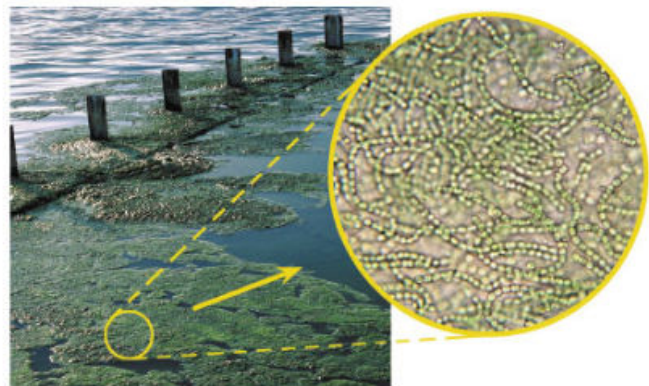


Figura 2.90 Las cianobacterias hacen posible que el nitrógeno atmosférico se convierta en una forma utilizable por otros seres vivos.

Integramos

Se consideran bioelementos a los elementos que constituyen a los seres vivos; aunque hay variaciones entre unos y otros, por lo general, todos los seres vivos tienen entre 95% y 99% de los mismos elementos: C, H, O, N, P y S. En los humanos debe incluirse en esa lista al calcio, porque es importante para la formación de nuestra estructura ósea.

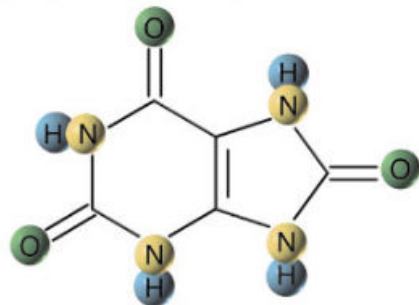


Figura 2.91 Molécula del ácido úrico. Ésta es una sustancia de desecho del metabolismo de las proteínas. Se encuentra en la orina de algunos seres vivos, como los reptiles y las aves.

Los bioelementos a su vez constituyen compuestos, como las proteínas, los carbohidratos, las vitaminas y los lípidos. Además, como producto del metabolismo, se generan otros tantos compuestos, muchos de los cuales se desechan (figura 2.91). La ausencia o exceso de los bioelementos y sus compuestos causan desequilibrios en los organismos y pueden provocar serios trastornos fisiológicos.

Desarrolla tu pensamiento científico

1. Reúnanse en parejas y hagan lo que se les pide.

- Diseñen un catálogo de los bioelementos. Además de usar la información de esta lección, busquen más acerca de las consecuencias del exceso de los bioelementos en el organismo.
- Investiguen sobre los estudios hechos por el doctor Héctor Solórzano del Río, de la Universidad de Guadalajara, que relacionan la presencia de aluminio en el organismo con el Alzheimer y hagan una monografía al respecto.
- Lean este texto y contesten.
- Al bucear, el nitrógeno respirado se acumula en el cuerpo, por lo que descender y ascender puede ser un asunto de vida o muerte. Es conveniente planificar la inmersión y saber cuánto nitrógeno debe eliminarse y cómo hacerlo (figura 2.92).
 - » ¿Qué puede ocasionar si la inmersión y el ascenso no se efectúan con precaución? Expliquen cómo sucede esto.



Figura 2.92 El nitrógeno, elemento esencial para la vida, puede tornarse nocivo para los buzos inexpertos.

BLOQUE

2

Enlace químico

Modelos de enlace: covalente e iónico. Relación entre las propiedades de las sustancias con el modelo de enlace: covalente e iónico

APRENDIZAJES ESPERADOS. Identifica las partículas e interacciones electrostáticas que mantienen unidos a los átomos. Explica las características de los enlaces químicos a partir del modelo de compartición (covalente) y de transferencia de electrones (iónico). Identifica que las propiedades de los materiales se explican mediante su estructura (atómica, molecular).

Comenzamos

Pável y su mamá, Rita, fueron al mercado a comprar sal y decidieron darse un pequeño gusto: un par de figuritas de chocolate. Para evitar que se le cayeran las cosas, Pável tomó todo entre sus bracitos. Al llegar a su casa, Rita le dijo a Pável:

—Yo creo que ya se derritieron, ¿por qué no los metes un rato al *refri*?

—Sí, mami— contestó Pável muy obediente y corrió a guardarlos.

Más tarde, Rita abrió el refrigerador y vio que Pável había guardado los chocolates, pero también la sal.

—¡Pável, sólo debiste guardar los chocolates en el *refri*!— dijo Rita.

—¿Por qué, mami? ¿Por qué sólo los chocolates y no la sal?— preguntó Pável.



Figura 2.93 Un chocolate debe conservarse entre 12 y 20 °C. A una temperatura superior, se reblandece y pierde brillo.

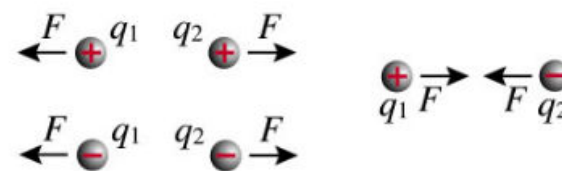
1. Responde lo que se pregunta.

- » ¿A qué supones que se deba que el chocolate se funda entre 30 y 36 °C (figura 2.93); la cera de abeja, entre 60 y 70 °C, y la sal de mesa, a 801 grados centígrados?
- » ¿Qué significará decir: "Su fortuna se volvió sal en agua"? ¿Tendría el mismo sentido si se dijera: "Su fortuna se volvió aceite en agua"? ¿Por qué? Justifica tu respuesta.
- » ¿Por qué una disolución de azúcar en agua no conduce la electricidad, mientras que una de sal en agua sí lo hace?
- » ¿Por qué piensas que el alcohol etílico se evapora con mayor facilidad que el agua?
- » ¿Qué son las interacciones electrostáticas?

Aprendemos

Desde Demócrito, que pensaba que los átomos se unían por "ganchitos", mucho se había especulado acerca de las fuerzas que daban lugar al enlace químico. Ahora se sabe que éstas son de naturaleza eléctrica y que sólo cuando las fuerzas atractivas son mayores que las repulsivas ocurre un enlace.

A la fuerza responsable de la atracción o repulsión entre objetos con carga eléctrica se le llama **interacción electrostática**. En el siglo XVIII, el físico francés Charles Augustin de Coulomb (1736-1806) (figura 2.94) estableció que dos cargas del mismo signo se atraen y dos de signo opuesto se repelen (figura 2.95).



Cargas similares se repelen

Cargas opuestas se atraen

Figura 2.95 Comportamiento de las cargas eléctricas.



Figura 2.94 Coulomb utilizaba para sus determinaciones la balanza de torsión, inventada por él en 1777.

Además, la intensidad de la fuerza de atracción o repulsión entre dichas cargas está en función directa de éstas y en función inversa del cuadrado de la distancia que las separa. Es decir, la fuerza, sea de atracción o de repulsión, es mayor mientras menor sea la distancia entre las partículas participantes.

En el caso de los átomos, aunque son eléctricamente neutros, tienen cargas positivas (los protones) y negativas (los electrones). Ya que cargas opuestas se atraen y cargas iguales se repelen, los núcleos atómicos se repelerán y los electrones deberán estar en cierta posición para vencer dicha repulsión nuclear y lograr un enlace. Cuando se encuentran entre los núcleos, es más fácil que establezcan fuerzas de atracción con el del átomo vecino y vencen la repulsión entre ambos.

Tomemos el caso de dos átomos D y M. El núcleo de D atrae a los electrones de M, del mismo modo que el núcleo de este último tiene afinidad por los electrones de D. Además, los núcleos de ambos átomos tienen cargas positivas y se repelen; los electrones tanto de D como de M, con cargas negativas, también se repelen. Entonces, ¿cuándo se forman los enlaces? Como ya hemos dicho antes, cuando las fuerzas de atracción son mayores que las de repulsión.

Básicamente, los átomos presentan tres tipos de uniones o enlaces: el covalente, el iónico y el metálico (ya mencionado en este bloque), que les confieren a las sustancias distintas propiedades.

Enlace covalente

En el caso de un enlace covalente, uno de los electrones de valencia del átomo D y otro de los del átomo M se colocan entre los núcleos y son atraídos por éstos. La pareja de electrones evita la repulsión directa nuclear, ya que interfiere con ella, esto es, ocurre un **apantallamiento** (figura 2.96). Observa el modelo de Lewis que representa dichos elementos:



La existencia de este tipo de enlace fue propuesta por Lewis en 1916. Se forma cuando se combinan dos átomos de elementos no metálicos para completar su capa de valencia con ocho electrones y, por medio de la compartición, adquirir la estructura de los gases nobles. Tales electrones son atraídos por ambos núcleos, y dicha disposición es más estable que la de los átomos aislados.

En otras palabras, es el aumento de atracción electrostática lo que le da su fuerza al enlace covalente, ya que cada electrón en la molécula formada es atraído por dos núcleos positivos, mientras que como átomos aislados cada uno era atraído y atraía a un solo núcleo. Ahora estos dos electrones con carga negativa atraen a los dos núcleos con carga positiva y mantienen unida la molécula (figura 2.97)

Por ejemplo, el flúor (F) es un halógeno y tiene siete electrones de valencia, por lo que le falta uno para conseguir la configuración del neón (Ne). Si un átomo de flúor cede un electrón a otro del mismo elemento, entre ambos se "prestán" uno de los suyos; el resultado es que, compartiendo este par de electrones, los dos alcanzan una configuración estable.

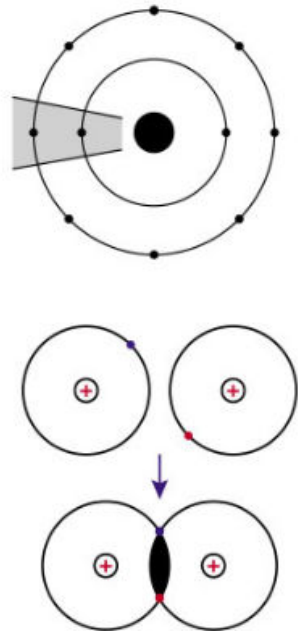


Figura 2.96 Un ejemplo de apantallamiento es el que ocurre sobre los electrones externos debido a los internos.

Figura 2.97 Una manera de representar el enlace covalente, en este caso del hidrógeno, es con un solapamiento (en negro) en la región que contiene a los electrones de enlace.

Como se muestra en el siguiente ejemplo, el par de electrones compartidos también se representa por medio de una línea y, como cada átomo cumple con la regla del octeto, ya no es necesario representar los electrones de valencia.



Entre las moléculas que presentan un enlace covalente están las del hidrógeno (H₂), el oxígeno (O₂), el nitrógeno (N₂), el flúor (F₂), el cloro (Cl₂), el bromo (Br₂), el yodo (I₂), el agua (H₂O), el dióxido de carbono (CO₂), el metano (CH₄), el azúcar de mesa (C₁₂H₂₂O₁₁), la parafina (C₂₅H₅₂) como la de las velas, y muchas más.

Los átomos pueden compartir dos, cuatro o seis electrones. Como cada pareja representa un enlace, en el primer caso éste se denomina **simple**; en el segundo, **doble**; y en el tercero, **triple**, siendo más fuerte mientras más electrones se comparten (figura 2.98).

Si los electrones son atraídos con la misma fuerza por ambos núcleos, es decir, son compartidos equitativamente, el enlace es **covalente puro** o **no polar**. Éste es el caso de las moléculas formadas por átomos del mismo elemento, como el oxígeno (O₂), el nitrógeno (N₂), el cloro (Cl₂), etcétera.

Cuando se encuentran más cerca de uno de los núcleos atómicos, esto es, cuando uno los atrae más, se dice que el enlace es **covalente polar**. Esto ocurre si los átomos que intervienen en el enlace son de diferentes elementos. Por ejemplo, el ácido fluorhídrico (HF) o el metano (CH₄), donde sus enlaces son C-H, entre otros.

Entonces, con el enlace covalente se forman moléculas, lo cual define las características de las sustancias que poseen este tipo de unión, ya que las **fuerzas intermoleculares** son débiles en comparación con las del enlace iónico.

En general, las características de las sustancias covalentes moleculares son las siguientes:

- » a temperatura ambiente son gases, líquidos que se vaporizan con rapidez o sólidos relativamente blandos (figura 2.99);
- » sus puntos de fusión son bajos (menores a 300 °C), aunque muy variables entre una y otra sustancia;
- » ya sea como sólidos, fundidos o en agua, son malos conductores de la electricidad, porque sus moléculas son neutras;
- » según la regla de "lo similar disuelve lo similar", los compuestos covalentes no polares son solubles en disolventes no polares, como el éter etílico (C₄H₁₀O), el tetracloruro de carbono (CCl₄) o el benceno (C₆H₆). Mientras que los compuestos covalentes polares son solubles en disolventes polares, como el agua (H₂O), el etanol (C₂H₆O) o el ácido acético (C₂H₄O₂). Una excepción es el azúcar, que se disuelve en agua.



Figura 2.98 Existen enlaces covalentes simples, dobles y triples.

Fuerza intermolecular. Aquella atractiva o repulsiva que ocurre o se encuentra entre las moléculas.

Figura 2.99 La parafina, como la que se emplea en las velas, tiene la consistencia característica de los sólidos covalentes.

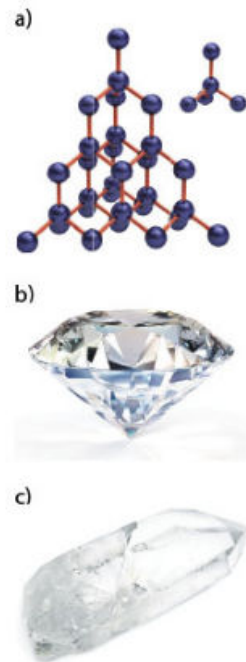
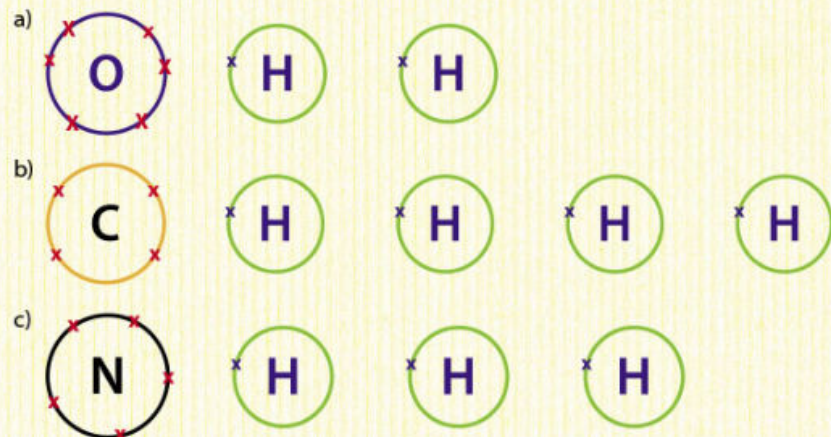


Figura 2.100
(a) Representación de la red cristalina del diamante (b); éste y el cuarzo (óxido de silicio) (c) son ejemplos de sólidos cristalinos covalentes.

Cuestión aparte son los sólidos cristalinos covalentes, que son muy duros (resisten ser rayados) y tienen puntos de fusión y ebullición elevados. Éstos se forman cuando los átomos se alinean en un patrón y constituyen una red cristalina covalente (figura 2.100).

Desarrolla tu pensamiento científico

1. Representa los enlaces de las moléculas que se forman con los siguientes átomos.



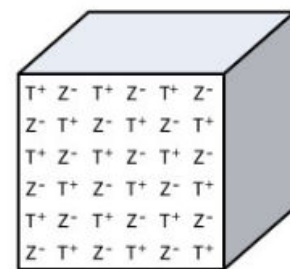
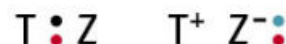
♦ Ahora represéntalas con las estructuras de Lewis e indica su fórmula molecular.

2. Responde las siguientes preguntas.

- » ¿Consumiremos entre nuestros alimentos sustancias covalentes? Da ejemplos.
- » De acuerdo con lo anterior, ¿es posible afirmar que en los seres vivos hay materia compuesta por enlaces covalentes? ¿Por qué?

Enlace iónico

Como ya se ha mencionado, ésta es otra forma mediante la cual se establece un enlace, y ocurre cuando uno de los dos átomos es mucho más afín por los electrones que el otro, tanto que se forman iones. Si en este caso llamamos a los átomos T y Z, siendo el más afín este último, es posible representar el enlace así:



El electrón de T es atraído por Z con tanta fuerza que se mueve hacia él, con lo que éste se convierte en un ión negativo Z^- . Por su parte, T se convierte en el ión positivo T^+ .

Una vez formados, estos iones se agrupan para reducir las repulsiones y maximizar las atracciones; cada ión negativo es rodeado por cuatro positivos y, a su vez, cada uno de éstos queda rodeado por cuatro negativos. Así, se forma una red cristalina sólida iónica (figura 2.101).

La fuerza de atracción entre iones de carga opuesta es lo que mantiene unidos a los compuestos que se forman mediante este tipo de enlace. En éstos no sólo hay dos sino muchos iones y, por tanto, la fuerza de atracción es muy fuerte. Es por ello que las moléculas con enlaces covalentes tienen propiedades diferentes a las de los compuestos con enlaces iónicos. Léelas a continuación.

Figura 2.101
Representación de una red cristalina y del acomodo de los iones T^+ y Z^- en una de sus caras.

- » A diferencia de los enlaces covalentes moleculares, cuyas unidades son las moléculas, las partículas unitarias en los enlaces iónicos son los iones positivos y negativos que forman redes cristalinas.
- » A temperatura ambiente, son sólidos, como la sal de mesa (figura 2.102).
- » Son duros y quebradizos; la primera cualidad se refiere a su resistencia a ser rayados, ya que el rayado supone la ruptura de enlaces por un procedimiento mecánico, lo cual es difícil debido a la estabilidad de su estructura cristalina.
- » Sus puntos de fusión son altos (mayores a $300\text{ }^\circ\text{C}$ y menores que $1000\text{ }^\circ\text{C}$), por lo que se utilizan como **materiales refractarios** (figura 2.103); también tienen un punto de ebullición alto.
- » Como sólidos, no conducen la electricidad; sin embargo, fundidos y en agua, sí, debido a sus cargas.
- » Son solubles en disolventes orgánicos como el agua.

En el **enlace iónico**, un elemento metálico se combina con un no metal. Uno o más electrones de los que se encuentran en el orbital externo de uno de los átomos se transfieren al del otro; es decir, un átomo cede electrones y el otro los acepta, de modo que se forman dos iones que tienen menor energía juntos que separados, lo que favorece la unión. Como ejemplos de enlace iónico tenemos el óxido de calcio (CaO), el cloruro de calcio (CaCl_2), el yoduro de potasio (KI), el cloruro de plata (AgCl) y el cloruro de sodio (NaCl), entre otros.

Veamos el caso del cloruro de sodio (figura 2.104). El sodio posee un electrón en su capa de valencia y el cloro, siete. Si consideramos que, de acuerdo con la regla del octeto, el cloro busca la manera de completar sus ocho electrones en el último nivel de energía, la única posibilidad de hacerlo es tomando el electrón del sodio.

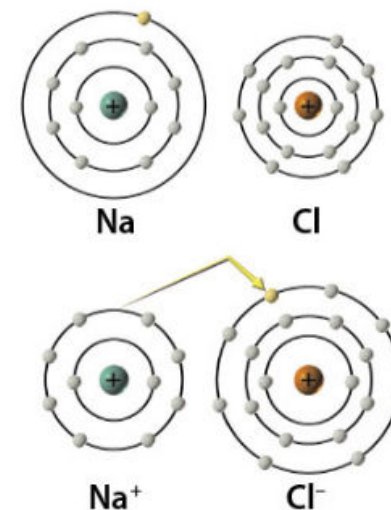


Figura 2.103 Los ladrillos de óxido de magnesio (MgO), al ser refractarios, se utilizan para recubrir hornos.

Figura 2.104
Representación de Bohr del sodio y el cloro; nota cómo este último acepta el electrón de valencia del sodio. Con ello, ambos átomos se quedan cargados eléctricamente, es decir, forman iones.



Figura 2.102 Sal en roca.

Material refractario. Material que a altas temperaturas mantiene sus propiedades mecánicas.

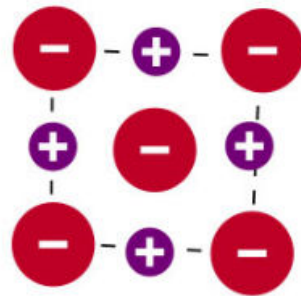


De esta manera, el sodio se vuelve más estable, pues adquiere el mismo número de electrones que el neón (10); no obstante, como tiene 11 protones, ya no es eléctricamente neutro y presenta una carga de +1. El cloro, por su parte, también gana estabilidad, pues ahora tiene 18 electrones (igual que el argón), pero, al seguir teniendo 17 protones, tampoco es eléctricamente neutro (su carga es -1).

La estructura de Lewis para este ejemplo es la siguiente:



Entonces, se han formado dos iones: un catión de sodio (porque tiene carga positiva) y un anión de cloro (de carga negativa). El elemento no metálico fue el que dio lugar a este último, y el metálico, al primero; como ambos tienen cargas de signo opuesto, hay una atracción entre ellos.



Dado que la fuerza electrostática actúa sobre el conjunto de átomos, no es posible observar una molécula aislada de cloruro de sodio ni de ningún otro compuesto iónico; éstas se disponen en una red sólida cristalina. Para el caso de la sal común, dicha red es **cúbica centrada en una cara** (figura 2.105); esto significa que hay partículas negativas en cada vértice y, lo que lo distingue es que hay una en el centro de cada cara de la celda unitaria, la cual se repite una y otra vez en la red (figura 2.106). Como ves, en la red cada ión de cloro queda rodeado por cuatro de sodio, y cada uno de estos últimos se ve también rodeado por cuatro de cloro.

Para representar la fórmula de los compuestos iónicos, primero se escriben los cationes y después los aniones. En nuestro ejemplo, la fórmula del cloruro de sodio es NaCl, que indica la proporción de los iones en el compuesto. Como por cada ión de sodio existe uno de cloro, la relación es 1:1. Si hablamos del compuesto de bromuro de calcio (CaBr_2), la proporción sería de 1:2, lo cual quiere decir que, por cada catión de calcio, existen dos aniones de bromo.



Figura 2.105 Representación de una de las caras de la celda unitaria.



Figura 2.106 Unidad de la red cristalina del cloruro de sodio (NaCl).



En los siguientes vínculos encontrarás varios recursos interactivos acerca del enlace químico.

<http://www.redir.mx/SQC-142a>,

<http://www.redir.mx/SQC-142b>.

Desarrolla tu pensamiento científico

- Dibuja en tu cuaderno la representación de la unión entre un átomo de magnesio y otro de oxígeno para formar el óxido de magnesio (MgO).
 - ¿Qué tipo de enlace se lleva a cabo?
 - ¿En qué proporciones están los átomos en el compuesto?
- ¿Qué iones se forman en el enlace de los siguientes compuestos y cuál sería su estructura de Lewis?
 - Cloruro de potasio (KCl).
 - Bromuro de magnesio (MgBr_2).
 - Sulfuro de bario (BaS).
 - Fluoruro de aluminio (AlF_3).
 - Bromuro de calcio (CaBr_2).

Aproximación al conocimiento científico

Una de las características utilizadas en los laboratorios para diferenciar un compuesto iónico de uno covalente es su capacidad para conducir o no la electricidad.

Material: ¿qué necesitamos?

1 pila de 9 V, 1 foco de 9 V, 1 socket para el foco (portalámpara), pinzas de electricista, desarmador plano pequeño, 50 cm de alambre de cobre delgado, varilla de vidrio, 4 cucharadas de sal de mesa, 4 cucharadas de azúcar, 500 ml de agua de la llave, 2 vasos de 250 ml.

Desarrollo: ¿qué hacemos?

- Construyan un circuito eléctrico como el que se muestra en la figura 2.107. Utilicen la pila, uno de los focos, el socket, las pinzas, el desarmador y el alambre de cobre.
- Agreguen 150 ml de agua de la llave a uno de los vasos de precipitados e introduzcan los extremos de ambos cables dentro, procuren evitar que se toquen cuando estén en el agua. Veán detenidamente qué sucede y registren sus observaciones en un cuadro.
- Repitan el mismo procedimiento para cada compuesto. Procuren diluirlos perfectamente utilizando el agitador de vidrio.



Figura 2.107 Forma como deben usar el circuito eléctrico.

Cuadro de resultados

Compuesto	¿Enciende el foco?	Intensidad de la luz (baja, media, alta)	Tipo de compuesto (iónico o covalente)

Análisis de resultados: ¿qué concluimos?

- ¿Por qué no se presentaron los mismos resultados con cada compuesto?
- ¿Qué sucedió con el foco cuando agregaron tres cucharadas de cada compuesto? ¿Por qué?
- ¿Cuál de los dos compuestos forma iones en disolución?
- ¿Cómo esperarían que fueran, comparativamente, los puntos de fusión de la sal y del azúcar?
- ¿Qué otros compuestos utilizarían para saber si son iónicos o covalentes?

Integramos

Has aprendido que los átomos se mantienen unidos debido a interacciones electrostáticas; también, que el tipo de enlace de las sustancias influye de manera directa en sus propiedades físicas y químicas. Si deseamos comprender el comportamiento y las características de los materiales que encontramos a nuestro alrededor, es necesario entender la naturaleza del enlace químico y de aquellos factores que inciden en la formación de sus estructuras.

Desarrolla tu pensamiento científico

- Clasifica los siguientes compuestos como iónicos o covalentes. Dibuja en tu cuaderno sus estructuras de Lewis.

HI	CH_4	SrCl_2	C_3H_8	CO_2
KI	H_2S	AgCl	BaBr_2	I_2



APRENDIZAJES ESPERADOS. A partir de situaciones problemáticas, plantea preguntas, actividades a desarrollar y recursos necesarios, considerando los contenidos estudiados en el bloque. Plantea estrategias con el fin de dar seguimiento a su proyecto, reorientando su plan en caso de ser necesario. Argumenta y comunica, por diversos medios, algunas alternativas para evitar los impactos en la salud o el ambiente de algunos contaminantes. Explica y evalúa la importancia de los elementos en la salud y el ambiente.

Ha llegado el momento de llevar a cabo su proyecto del segundo bloque. Les recomendamos que, con base en su última evaluación, hagan las modificaciones pertinentes en su forma de trabajo para mejorar su desempeño.

Propuestas de actividades para la fase 1

1. Reúnete con tu equipo para leer y comentar el siguiente texto.

Los metales pesados

Desde el punto de vista químico, los metales pesados están constituidos por elementos de transición y postransición, incluyendo algunos metaloides como el arsénico y el selenio. Estos elementos tienen una gravedad específica significativamente superior a la de los metales ligeros. Por otro lado, se presentan en diferente estado de oxidación en agua, aire y suelo, y poseen diversos grados de reactividad, carga iónica y solubilidad en agua.

Una forma opcional de nombrar a este grupo es como *elementos tóxicos*, los cuales, de acuerdo a la lista de contaminantes prioritarios de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA), incluyen los siguientes elementos: arsénico, cromo, cobalto, níquel, cobre, cinc, plata, cadmio, mercurio, titanio, selenio y plomo (figura 2.108).

Los metales pesados se encuentran de forma natural en la corteza terrestre. Éstos se convierten en contaminantes si su distribución se altera mediante actividades humanas. En general, esto ocurre durante la extracción y el refinamiento de productos mineros o por la liberación al ambiente de efluentes industriales y emisiones vehiculares. Además, la inadecuada disposición de residuos metálicos también ha ocasionado la contaminación de suelo, agua superficial y subterránea y ambientes acuáticos.

Tanto las fuentes naturales como las **antropogénicas** contribuyen de forma importante a la emisión de elementos metálicos a la atmósfera. Cabe señalar que, al comparar las emisiones globales, la de elementos como el selenio, el mercurio y el manganeso se generan en su mayoría por fuentes naturales; sin embargo, en el plano regional, las fuentes antropogénicas contribuyen de manera considerable y hacen que estos metales se conviertan en contaminantes locales.

La contaminación por metales deriva en diversos efectos a la salud y al ambiente, dependiendo del elemento en particular.

Adaptado de Semarnat, "Metales pesados", en Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático [en línea], 2009, disponible en <http://www.inecc.gob.mx/sqre-temas/763-aqremetales> (Consulta: 6 de mayo de 2013).

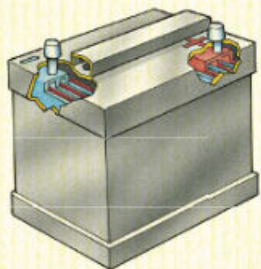


Figura 2.108 En el interior de la batería de un auto se encuentran placas de plomo.

Antropogénico. Se refiere a los efectos, procesos o materiales que resultan de las actividades humanas.

GLOSSARIO

2. Señalen qué es lo que llamó más su atención del texto anterior y qué conocimientos tienen al respecto.

Al igual que en el bloque 1, tienen ahora la oportunidad de sugerir otros temas de interés para su comunidad. Tengan presentes los contenidos específicos abordados en el bloque 2 y procuren contar con la autorización de su profesor. Recuerden que en esta primera fase deben acordar qué proyecto quieren llevar a cabo. Para ello, deben tener claros los conceptos abordados en este bloque.

Durante la fase de planeación, tal como lo hicieron en el proyecto anterior, además de elegir el tema, deben organizarse para saber qué quieren lograr, qué actividades deben efectuar (consultar medios impresos y electrónicos, entrevistas a profesionales en la materia, visitas a centros de salud y otras instituciones, etcétera), cómo y dónde lo harán, quiénes serán los responsables de cada tarea, cada cuándo revisarán los avances conseguidos, a quiénes beneficiará o interesará su proyecto y cómo darán a conocer los resultados de su trabajo, entre muchas otras actividades.

La mejor manera de llevar un control, como ya lo saben, es un cronograma que puedan llevar en su cuaderno o computadora, con el procesador de textos de su preferencia.

Propuestas de actividades para la fase 2

1. Delimiten el problema, así como su posible solución. Básense en las siguientes preguntas:

- » ¿Qué queremos hacer y qué nos motiva a ello?
- » ¿Por qué este trabajo beneficiará a nuestra comunidad?
- » ¿Por dónde debemos comenzar el proyecto?
- » ¿Qué recursos humanos, materiales y económicos requerimos?
- » ¿Cómo registraremos y analizaremos los resultados?
- » Para que resulte atractivo, ¿de qué forma comunicaremos los resultados y las conclusiones?

Como ya saben, luego de la pregunta inicial, que es el detonante, surgirán otras que deberán responder conforme avance el proyecto para que éste vaya tomando forma. Algunas que quizá les sean de utilidad son las que se presentan a continuación, pero es recomendable que enriquezcan esta parte con su creatividad.

- » ¿Qué son los metales pesados?
 - » ¿De qué manera afectan la salud o el ambiente?
 - » ¿Qué se puede hacer para evitar esos efectos?
 - » ¿Existe contaminación por metales pesados en nuestra comunidad? ¿Cuáles son, de dónde provienen y qué se hace al respecto?
 - » ¿Qué postura deben tomar los ciudadanos y las autoridades?
2. Entre sus actividades definan con claridad las fuentes de consulta a las que acudirán. Recuerden que también es posible conseguir la información que necesitan de personas a las que entrevisten o encuesten, y de visitas a empresas e instituciones académicas y gubernamentales.



Figura 2.109 Cuando hagan las entrevistas, muéstrense respetuosos para que los entrevistados adviertan su interés por aprender.



Durante esta fase del proyecto harán consultas e investigaciones tanto en medios impresos como electrónicos. Sin embargo, sería muy recomendable que se acercaran a instituciones en las que entrevisten a médicos, químicos, ingenieros ambientales, biólogos, biotecnólogos, etcétera (figura 2.109).

Ellos, además, pueden sugerirles otras fuentes de información para que complementen su trabajo. Luego de haber recopilado la información, será necesario que se reúnan para seleccionar la que a su consideración responda mejor las preguntas que les sirvieron de guía y para pensar en cómo ensamblar los textos para que resulten amenos. Asimismo, consideren la pertinencia de hacer algunas recomendaciones, de acuerdo al proyecto elegido.

Propuestas de actividades para la fase 3

1. Conforme lleven a cabo las actividades planeadas, registren la información que obtengan para analizarla y discriminar la que no les sea de utilidad. Eso les ayudará a sacar mejores conclusiones.
2. Verifiquen si las preguntas que se plantearon se responden con la información recopilada o sigan en la búsqueda de una mejor respuesta.



Figura 2.110 Las tecnologías de la información y la comunicación son de gran ayuda para hacer un proyecto estudiantil. El video es una de ellas.

Si aún no han decidido la manera en que les gustaría presentar su trabajo, consideren diferentes formas para hacerlo, además de la exposición oral. Dos de ellas son la elaboración de un blog y la creación de un video.

El **blog** consiste en una página web sencilla, la cual contiene párrafos de opinión, información y enlaces organizados cronológicamente. Los principales elementos en la estructura de un blog son el *post* o entrada, la temática (clasificada por medio de etiquetas y palabras clave) y los comentarios hechos por los visitantes. Si no tienen mucho conocimiento para crearlo, acudan con su profesor de informática o con algún familiar que maneje este recurso tecnológico.

Para producir un **video** será necesario que cuenten con una videocámara, algún teléfono celular o una cámara fotográfica con grabadora de video. De la misma manera, es recomendable que consigan locaciones adecuadas para llevarlo a cabo. Graben las entrevistas y busquen testimonios reales de gente que quiera colaborar con su proyecto. De preferencia, escriban el guión en el que se basarán y boceten las secuencias, con la finalidad de que no se vean obligados a editarlas después de la grabación (figura 2.110).

Propuestas de actividades para la fase 4

1. Analicen los problemas o dificultades que se les presentaron, así como los aprendizajes que les dejó el desarrollo del proyecto. Destaquen los beneficios que éste aporta a su comunidad.

2. Si participaron en un proyecto científico, enfatizen los datos que obtuvieron, sus observaciones y avances. Si fue tecnológico, expliquen cómo construyeron el dispositivo resultante y las conclusiones que sacaron al ponerlo en funcionamiento, por ejemplo.

Evaluación

Éste es el momento en el que reflexionarán en torno a los logros, las deficiencias y los aprendizajes adquiridos en el desarrollo y la presentación de su proyecto. Comiencen haciendo este ejercicio de autoevaluación:

Trabajo individual	Siempre	Algunas veces	Pocas veces	Nunca
¿Cooperé con mis compañeros de equipo?				
¿Fui participativo en las reuniones y actividades?				
¿Aporté ideas para enriquecer nuestro trabajo?				
¿Cumplí con mis tareas y responsabilidades dentro del equipo?				
¿Ayudé a quien me lo pidió aunque no fuera miembro de mi equipo?				
¿Participé en la resolución de desacuerdos o conflictos en mi equipo?				
¿Me gustó trabajar en equipo?				

Ahora, reúnanse en equipo y entre todos contesten este cuadro con franqueza:

Trabajo en equipo	Sí	No	¿Por qué?
La investigación que hicimos fue suficiente para desarrollar nuestro proyecto.			
Las actividades y procedimientos que elegimos fueron adecuados para presentar el tema.			
La distribución del trabajo en el equipo fue adecuada y equitativa.			
Dentro de nuestro equipo hubo un ambiente de compañerismo, cooperación y solidaridad.			
Hicimos los ajustes necesarios en nuestro proyecto para mejorarlo.			
Logramos los propósitos y objetivos.			
Nuestro proyecto fue significativo para la comunidad a la que iba dirigido.			
Logramos nuevos aprendizajes durante el desarrollo y la presentación de nuestro proyecto.			

Por último, reúnanse con su profesor para compartir y comentar las respuestas que dieron a las preguntas de estos cuadros y, entre todos, propongan maneras de mejorar su desempeño para los proyectos de los siguientes bloques.

Comprueba tus competencias

Lee con detenimiento, haz lo que se te pide y contesta las preguntas.

El hierro en el organismo

Del hierro presente en nuestro organismo, 70% forma parte de la hemoglobina, proteína que transporta oxígeno a los tejidos del cuerpo. Hay alimentos que nos ayudan a mantener los niveles de este metal en unos parámetros saludables; entre ellos, destacan el hígado, la carne roja, los frutos secos, las legumbres, los cereales, el chocolate, las aceitunas y los mariscos, por contener abundantes cantidades de dicho elemento.

La falta de hierro en nuestro organismo puede deberse a que la ingesta de este mineral en nuestra dieta no sea la suficiente o a alguna alteración en la absorción intestinal, así como a pérdidas de sangre debidas a diferentes hemorragias. El déficit de este elemento es causa de enfermedades como la anemia ferropénica, la cual es más frecuente en las mujeres que en los hombres. Este tipo de anemia suele afectar con bastante frecuencia a mujeres embarazadas y niños en edad de crecimiento.

Los valores normales de hierro varían de hombres a mujeres. Unos niveles altos en la sangre también pueden ser sinónimo de enfermedades tales como la hemocromatosis (absorción de una cantidad elevada de este elemento en el tubo digestivo), anemias hemolíticas (número insuficiente de glóbulos rojos en la sangre), hepatitis, intoxicación con hierro o deficiencia de las vitaminas B12 y B6.



	Concentración de hierro en sangre (µg/dl)
Hombres	de 70 a 180
Mujeres	de 40 a 160
Niños menores de 1 año	de 100 a 250
Niños de más de 1 año	de 50 a 120

Preguntas

1. ¿Todo el hierro que hay en nuestro organismo está en la hemoglobina? ¿Por qué?
2. ¿Crees que la anemia y la anorexia son dos enfermedades que están relacionadas? ¿Por qué?
3. Además del Fe, C, H, N y O, ¿qué otros elementos químicos necesitamos para mantenernos sanos?
4. ¿Sería normal una concentración de hierro de 86 µg/dl para una mujer de 43 años? ¿Por qué?
5. ¿Es posible afirmar que consumir lentejas, mejillones y almendras es bueno para evitar anemias? Indica qué partes del texto respaldan tu respuesta.
6. ¿Cuántas veces a la semana deberíamos tomar alimentos ricos en hierro? ¿Por qué?
7. En el organismo, el hierro puede presentarse en dos formas: el hierro hem, que se encuentra en las carnes, y el hierro no hem, que está en otros alimentos como el huevo, los cereales, las legumbres y los vegetales. El consumo de carne ayuda a la absorción del hierro no hem. ¿Por qué los nutriólogos recomiendan combinar, por ejemplo, un poco de carne con acelgas o con lentejas?
8. Entre los factores que inhiben la absorción del hierro está la presencia de fosfato, como el del ácido fítico, en cereales integrales, o de la lecitina, en la soya. En algunos cereales industrializados se enriquecen las fórmulas adicionando hierro. ¿Tiene esto alguna ventaja para el organismo? ¿Por qué?

Los diamantes

El carbono tiene varios alótropos, entre ellos están el grafito y el diamante. Los diamantes son sólidos de red cristalina formados por átomos unidos con enlaces covalentes. Los diamantes tienen baja densidad ($d = 3.51 \text{ g/cm}^3$), y son materiales duros que no conducen la electricidad. Son transparentes a la luz visible y a la radiación infrarroja y ultravioleta.

Es posible obtener diamantes sintéticos a partir del grafito sometido a altas temperaturas y presiones, de modo que el carbono se transforme lentamente en diamante. Éstos no tienen las propiedades ópticas de los naturales, y la mayoría de ellos se emplean como abrasivos y en herramientas de corte con punta de diamante.



Preguntas

1. ¿Qué significa que el grafito y el diamante sean alótropos del carbono?
2. Sabemos que el grafito se convierte en diamante a determinadas condiciones de presión y temperatura. ¿Crees que el proceso inverso también sea posible? ¿Pueden estar tranquilos los joyeros?
3. El mayor diamante conocido hasta ahora procede de una mina de Sudáfrica y se le conoce como el Cullinan; pesa 600 g. Si la unidad de medida de los diamantes es el quilate métrico (qt), que corresponde a la quinta parte de un gramo, ¿cuántos gramos tiene un quilate y cuántos quilates pesa el Cullinan?

El descubrimiento del yodo

Es el segundo halógeno obtenido en estado libre. El empresario Bernard Courtois (1777-1838), descubridor de este elemento y oriundo de la ciudad francesa de Dijon, se dedicaba a fabricar potasa y salitre. Como producto de partida utilizaba las cenizas obtenidas de la combustión de las algas marinas; por la acción del agua sobre ellas, formaba la solución madre. Durante la evaporación por calentamiento, primero se precipitaba el cloruro de sodio y, después, el cloruro y el sulfato de potasio. La sustancia resultante era una disolución de varias sales, entre las que había compuestos de azufre.

Con el fin de decomponer los compuestos sulfurosos, Courtois añadía ácido sulfúrico a la disolución. Un día de 1811 dio la casualidad de que añadió una cantidad mayor de la necesaria y, como resultado de ello, se llevó una sorpresa: observó que una nube de vapores color púrpura de gran belleza se desprendía de la disolución salina; éstos tenían un olor irritante semejante al del cloro y se condensaban sobre los objetos fríos en forma de cristales violeta oscuro que tenían brillo metálico.

Tomado de Francisco Aragón de la Cruz, *Historia de la química*. Madrid, Síntesis, 2004 (adaptación).



Preguntas

1. ¿De dónde procedían las cenizas de las que partía Courtois en su fábrica?
2. ¿Qué problemas ocasiona en nuestro organismo el exceso o deficiencia de yodo?
3. ¿Qué tipo de enlace une a dos átomos de yodo para formar una molécula diatómica? ¿Qué tipo de enlace une al yodo con los metales alcalinos para formar sales de yoduro?



La transformación de los materiales: la reacción química

Competencias que se favorecen:

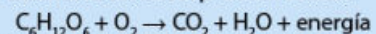
- Comprensión de fenómenos y procesos naturales desde la perspectiva científica.
- Toma de decisiones informadas para el cuidado del ambiente y la promoción de la salud orientadas a la cultura de la prevención.
- Comprensión de los alcances y limitaciones de la ciencia y del desarrollo tecnológico en diversos contextos.

Aprendizajes esperados	Contenidos
<ul style="list-style-type: none"> • Describe algunas manifestaciones de cambios químicos sencillos (efervescencia, emisión de luz o calor, precipitación, cambio de color). • Identifica las propiedades de los reactivos y los productos en una reacción química. • Representa el cambio químico mediante una ecuación e interpreta la información que contiene. • Verifica la correcta expresión de ecuaciones químicas sencillas con base en la Ley de conservación de la masa. • Identifica que en una reacción química se absorbe o se desprende energía en forma de calor. 	<p>Identificación de cambios químicos y el lenguaje de la química</p> <p>Lección 1. Manifestaciones y representación de reacciones químicas (ecuación química)</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Identifica que la cantidad de energía se mide en calorías y compara el aporte calórico de los alimentos que ingiere. • Relaciona la cantidad de energía que una persona requiere, de acuerdo con las características tanto personales (sexo, actividad física, edad y eficiencia de su organismo, entre otras) como ambientales, con el fin de tomar decisiones encaminadas a una dieta correcta. 	<p>¿Qué me conviene comer?</p> <p>Lección 2. La caloría como unidad de medida de la energía. Toma de decisiones relacionada con: los alimentos y su aporte calórico</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Explica la importancia del trabajo de Lewis al proponer que en el enlace químico los átomos adquieren una estructura estable. • Argumenta los aportes hechos por Pauling en el análisis y la sistematización de sus resultados al proponer la tabla de electronegatividad. • Representa la formación de compuestos en una reacción química sencilla, a partir de la estructura de Lewis, e identifica el tipo de enlace con base en su electronegatividad. 	<p>Tercera revolución de la química</p> <p>Lección 3. Tras la pista de la estructura de los materiales: aportaciones de Lewis y Pauling. Uso de la tabla de electronegatividad</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Compara la escala astronómica y la microscópica considerando la escala humana como punto de referencia. • Relaciona la masa de las sustancias con el mol para determinar la cantidad de sustancia. 	<p>Comparación y representación de escalas de medida</p> <p>Lección 4. Escalas y representación. Unidad de medida: mol</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Selecciona hechos y conocimientos para planear la explicación de fenómenos químicos que respondan a interrogantes o resolver situaciones problemáticas referentes a la transformación de los materiales. • Sistematiza la información de su investigación con el fin de que elabore conclusiones, a partir de gráficas, experimentos y modelos. • Comunica los resultados de su proyecto de diversas maneras utilizando el lenguaje químico, y propone alternativas de solución a los problemas planteados. • Evalúa procesos y productos de su proyecto, y considera la efectividad y el costo de los procesos químicos investigados. 	<p>Proyectos: Ahora tú explora, experimenta y actúa (preguntas opcionales). Integración y aplicación</p> <ul style="list-style-type: none"> » ¿Cómo elaborar jabones? » ¿De dónde obtiene la energía el cuerpo humano?



El combustible de la vida

¿De dónde viene la energía para que nuestro cuerpo funcione? La energía con la que nos movemos proviene de una reacción muy familiar: la combustión. Para ponernos en marcha, todas las células del organismo llevan a cabo la oxidación de la glucosa ($C_6H_{12}O_6$), que obtenemos de los alimentos que ingerimos. Es lo que se conoce como respiración celular.



1. Averigua en qué parte de la célula tiene lugar la respiración celular.
2. ¿Para qué utiliza tu organismo la energía emitida en la respiración celular?
3. Para medir la energía aportada por los alimentos que ingerimos se utiliza la kilocaloría. Elabora un menú para un día de actividad normal y otro para uno en el que vayas a hacer una actividad física extraordinaria. Justifica tu elección.

En la siguiente página encontrarás las kilocalorías aproximadas que aportan distintos alimentos:

<http://www.redir.mx/SQC-151>.

Todos los cambios químicos que ves a tu alrededor, aquéllos producidos dentro de los seres vivos y los que se llevan a cabo en laboratorios e Industrias pueden representarse mediante reacciones químicas y se rigen por la ley de la conservación de la masa, gracias a la cual es posible medir todas las sustancias implicadas en ellos.

En este bloque aprenderás más acerca del lenguaje simbólico de la química y de la forma de medir la cantidad de materia.

Propuestas de proyectos

- ¿Cómo elaborar jabones?
- ¿De dónde obtiene la energía el cuerpo humano?

Lección 1
Manifestaciones y representación de reacciones químicas (ecuación química)

APRENDIZAJES ESPERADOS. Describe algunas manifestaciones de cambios químicos sencillos (efervescencia, emisión de luz o calor, precipitación, cambio de color). Identifica las propiedades de los reactivos y los productos en una reacción química. Representa el cambio químico mediante una ecuación e interpreta la información que contiene. Verifica la correcta expresión de ecuaciones químicas sencillas con base en la Ley de conservación de la masa. Identifica que en una reacción química se absorbe o se desprende energía en forma de calor.

Comenzamos

En la mañana, Imelda se sirvió un coctel de frutas bañadas con yogurt, un pedazo de queso manchego añejo y otro de pan, un vaso de leche con vainilla y una taza de té negro. Se sentó a la mesa y dijo: "¡Qué bueno es disfrutar del producto de algunos cambios químicos!".

1. Responde las preguntas.

- » ¿Puedes señalar qué productos de los que consumió Imelda se originaron por cambios químicos? ¿Cuáles?
- » ¿Puedes decir cuál fue el cambio que los originó? ¿Cómo se llama?
- » ¿Qué es un cambio químico? Explica cuál es la diferencia que existe entre éste y un cambio físico.
- » ¿Habías oído hablar de las ecuaciones químicas? ¿Qué son? ¿Qué representan? ¿Puedes dar un ejemplo? ¿Cuál?

2. Observa las siguientes imágenes y, luego, responde las preguntas.



- » ¿Cuáles son los cambios químicos que se representan en estas imágenes? ¿Cómo los distingaiste?
- » ¿Conoces otros cambios químicos? ¿Cuáles?

Aprendemos

Como sabes, en la naturaleza se presentan cambios o fenómenos físicos y químicos. Los **cambios físicos** no modifican la estructura interna de las sustancias, como cuando el agua pasa del estado líquido al sólido o al gaseoso; en los tres sigue siendo agua, independientemente del estado en que se encuentre.

Los **cambios químicos**, denominados también **reacciones químicas**, implican la transformación de la estructura de las sustancias, como la combinación del hidrógeno con el oxígeno para formar el agua. Unas sustancias dejan de existir y se producen otras nuevas, con propiedades diferentes a las de las originales.

Los cambios químicos son muy importantes en nuestra vida, pero ¿cómo saber cuando se están llevando a cabo? Una de las formas más sencillas de percibirlos es mediante algunas de sus manifestaciones, como la efervescencia, la emisión de luz o calor, la precipitación o un cambio de color (figura 3.1).



Figura 3.1 La erupción de un volcán es una de las manifestaciones químicas que ocurren en la naturaleza.

Efervescencia

En algunos cambios químicos se produce un burbujeo o **efervescencia**, la cual se debe al **desprendimiento de un gas**. En el caso de los antiácidos efervescentes, éstos contienen bicarbonato de sodio y ácido cítrico, que reaccionan entre sí al contacto con el agua. Como productos se liberan citrato de sodio monobásico, dióxido de carbono y agua (figura 3.2).

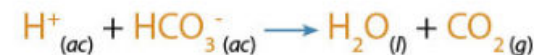
La reacción química es la siguiente:



Para facilitar tu comprensión, utilizaremos otros colores.



Cabe mencionar que las anteriores son ecuaciones moleculares, pero también se utilizan ecuaciones iónicas netas como la siguiente:



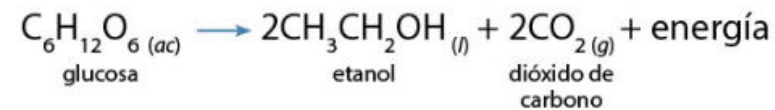
Recuerda que en este caso lo importante es que se produce un gas, el dióxido de carbono, por eso es que ocurre la efervescencia. ¿Distingues eso en la ecuación?, ¿ves las letras minúsculas entre paréntesis colocadas al lado de las sustancias? Éstas indican el estado físico de los reactivos y los productos; (g) señala que se trata de un gas; (ac), que es una solución acuosa, y (l), que es un líquido.



Figura 3.2 En la efervescencia, el burbujeo se debe al gas producido mediante una reacción química.

La efervescencia también se emplea para enmascarar el sabor salado o amargo de algunas medicinas. Para eso se utilizan el bicarbonato de sodio y el ácido cítrico, el ácido tartárico (C₄H₆O₆) o el bifosfato de sodio (NaH₂PO₄), además de las sustancias activas. Otro caso en el que encontramos burbujeo es en los vinos espumosos, como la champaña, y algunos dulces. En estos últimos se activa con la saliva y genera un cosquilleo característico.

No obstante, hay que diferenciar entre la reacción de efervescencia y la **fermentación**. Los vinos son producto de la fermentación alcohólica; en ella las levaduras convierten la glucosa en etanol o alcohol etílico (C₂H₅OH), dióxido de carbono (CO₂) y energía. La ecuación química que la representa es:



Este tipo de fermentación se utiliza también en la elaboración de pan. El CO₂ producido es el que "infla" la masa. Una gran cantidad de alimentos y bebidas, como el vinagre, el yogurt y la mantequilla, se obtienen por fermentación (figura 3.3); aunque hay de varios tipos, en todas se genera CO₂, entre otras muchas sustancias. En la producción de cacao y vainilla también se ven involucrados procesos fermentativos.



Figura 3.3 El vinagre, el yogurt y la mantequilla se producen por fermentación acética, láctica y butírica, respectivamente.

La fermentación de los alimentos da variedad a la dieta, por la producción de una gran cantidad de sabores, texturas y aromas, y aumenta la vida de anaquel del producto final, por el alcohol y los ácidos láctico y acético producidos.

También hay que señalar que la efervescencia se puede presentar al disminuir la presión de un líquido que contiene un gas, sea éste o no producto de una reacción. Cuando se destapa una botella de refresco carbonatado, de cerveza o de vino espumoso, la efervescencia ocurre por la disminución de la presión del líquido y por el alto contenido de dióxido de carbono, ya que los gases son más solubles a altas presiones.

Luz y calor

Al producirse la combustión de un cerillo, se genera emisión de luz y calor; estas manifestaciones indican que está ocurriendo una transformación de las sustancias o un cambio químico (figura 3.4). También, los metales alcalinos reaccionan con el agua de una forma tan enérgica que se desprende calor violentamente. Un ejemplo de dicha reacción se representa con la siguiente ecuación:



Figura 3.4 En el proceso de combustión se produce energía en forma de luz y calor.

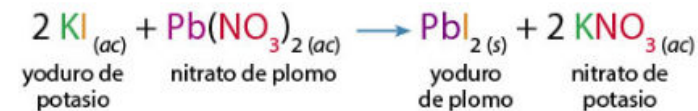
El sodio metálico se calienta y es susceptible de encenderse y quemarse, lo que da lugar a una llama naranja. Cuando se quema algo, se dice que hay una **combustión**, la cual es una reacción exotérmica que se da normalmente entre el oxígeno y una o varias sustancias, y que se manifiesta por **incandescencia** o llama.

En los fuegos artificiales se aprovecha la incandescencia para obtener los colores deseados en un tiempo predeterminado, ya que, al calentar más y más una sustancia, como el carbón, ésta emite inicialmente luz infrarroja (no perceptible por nosotros), luego roja, naranja, amarilla y, por último, blanca.

Precipitación

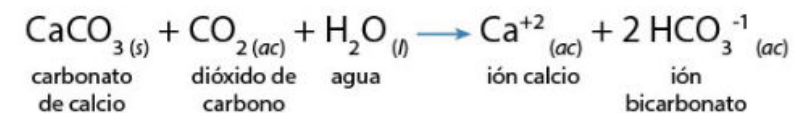
Ésta se produce cuando, al reaccionar una sustancia con otra que está presente en una disolución líquida, se forma un sólido al que se llama **precipitado** y que se deposita en el fondo del recipiente donde está contenida esta última. El aluminio, por ejemplo, se obtiene por precipitación, una vez que se han eliminado las impurezas del mineral llamado **bauxita** (su principal **mena**).

En las reacciones de precipitación intervinen principalmente compuestos iónicos. Al añadir una disolución acuosa de nitrato de plomo, Pb(NO₃)₂, a otra de yoduro de potasio (KI), ambas transparentes, se produce un precipitado amarillo, el yoduro de plomo (PbI₂) (figura 3.5). La reacción química se representa de esta manera:



El símbolo (s) colocado al lado del yoduro de plomo, el precipitado, indica que es un sólido. El otro producto (KNO₃) y los reactivos, KI y Pb(NO₃)₂, están en disolución acuosa.

Dentro de las maravillas naturales se encuentran las estalactitas y las estalagmitas, ¿alguna vez las has visto? (figura 3.6). Su formación depende de una reacción química reversible. El carbonato de calcio en forma de piedra caliza se encuentra en los depósitos subterráneos. Cuando el agua se filtra a través de la roca, lleva dióxido de carbono disuelto y ocurre la siguiente reacción de disolución:



Posteriormente, cuando el agua mineralizada llega a la gruta, ocurre la reacción inversa, la de precipitación. En este caso se desprende el dióxido de carbono y se deposita el carbonato de calcio sólido, lo que forma las estalactitas y las estalagmitas. Esto se representa mediante la ecuación de la página siguiente.



Figura 3.5 El yoduro de plomo es mucho más soluble en caliente que en frío. Si se calienta el recipiente donde ocurrió la reacción, este compuesto se disuelve y, al enfriarlo lentamente, vuelve a precipitar, así se forman escamas brillantes conocidas como "lluvia de oro".

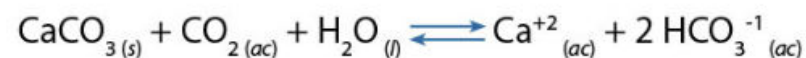


Figura 3.6 En el techo de las cavernas se forman estalactitas; en el suelo, estalagmitas.

INCANDESCENCIA. Luz producida a partir del calor.
MENA. Mineral que contiene metales.

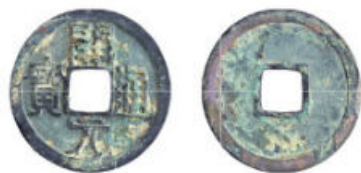


Al ser ésta una reacción reversible, se representa así:



Las dos flechas, una hacia la derecha y otra a la izquierda, indican la **reversibilidad** de la reacción; es decir, que puede ir en un sentido o en otro. Si ocurre hacia la derecha, es directa; hacia la izquierda, inversa.

Figura 3.7 Estas monedas chinas antiguas se ven de color azul verdoso porque el cobre con el que fueron hechas presentó una reacción de oxidación.



Cambio de color

El cambio de color de los materiales también es un posible indicador de que ha ocurrido una reacción química. Por ejemplo, al entrar en contacto con el oxígeno del aire, el cobre cambia de un tono café rojizo a uno verdoso (figura 3.7), y las monedas de plata se ennegrecen.

Asimismo, la determinación de nitritos en diferentes muestras, como agua o alimentos, se basa en la producción de un compuesto colorido (violeta rojizo).

Aproximación al conocimiento científico

El propósito de estas actividades es que reconozcas algunos cambios. Por tal razón, reúnete con tu equipo y participa en ellas.

Experimento 1

Material: ¿qué necesitamos?

30 ml de leche, 10 cucharadas de vinagre (ácido acético), 3 vasos de vidrio (etiquetados del 1 al 3), 2 pedazos de papel filtro (para café) o de papel higiénico doblado y 2 embudos de plástico o vidrio (se pueden hacer con un cartón).

Desarrollo: ¿qué hacemos?

1. Acomoden en la boca del vaso 1 un embudo con el papel para café; filtren un poco de leche. A este vaso lo llamaremos *testigo* (figura 3.8).
2. Viertan leche en el vaso 2 (una cuarta parte) y añadan las 10 cucharadas de vinagre; agiten muy bien y dejen reposar durante media hora. Observen la leche al término (figura 3.9).
3. En el vaso tres, coloquen un embudo con papel filtro y viertan el contenido del vaso 2. Observen qué queda en el papel.



Figura 3.8 Tengan cuidado al filtrar, para que no se rompa el papel.



Figura 3.9 No pierdan de vista los cambios que ocurren en la leche.

Análisis de resultados: ¿qué concluimos?

- » Al filtrar la leche, ¿qué quedó en el papel?
- » ¿Para qué sirve tener un testigo en esta actividad?
- » ¿A qué tipo de manifestación química corresponde esta experiencia?

Experimento 2

Material: ¿qué necesitamos?

1 cucharada de bicarbonato de sodio, 2 cucharadas de vinagre, vaso de vidrio, cuchara de plástico o metal y 30 ml de agua.

Desarrollo: ¿qué hacemos?

1. Viertan agua hasta una cuarta parte del vaso.
2. Adicionen una cucharada de bicarbonato de sodio y mezclen.
3. Agreguen una cucharada de vinagre (figura 3.10).
4. Dejen pasar cinco segundos y agreguen otra cucharada de vinagre. Observen qué ocurre.

Análisis de resultados: ¿qué concluimos?

- » ¿Qué tipo de manifestación química se observa en esta experiencia?
- » ¿Por qué un cambio químico implica una reacción química?

Experimento 3

Material: ¿qué necesitamos?

Colorante vegetal (de cualquier tonalidad), 30 ml de agua, 2 goteros, cuchara de plástico, 2 vasos de vidrio y 5 ml de cualquier limpiador comercial que contenga cloro.

Desarrollo: ¿qué hacemos?

1. Viertan agua en un vaso hasta sus tres cuartas partes.
2. Adicionen una gota de colorante vegetal al vaso con agua y agiten con la cuchara de plástico.
3. Agreguen una gota de blanqueador y mezclen con la cuchara. Observen qué ocurre (figura 3.11). Sigán añadiendo gotas de cloro y observen los efectos.

Análisis de resultados: ¿qué concluimos?

- » ¿Cómo saber si sucedió un cambio químico?
- » ¿Por qué se utiliza el hipoclorito de sodio en el lavado de la ropa?



Figura 3.10 Tengan cuidado de agregar las cantidades exactas de reactivos para que el vaso no se desparrame.



Figura 3.11 Procuren que el blanqueador no toque su piel, pues es irritante.

Desarrolla tu pensamiento científico

1. Responde las preguntas y haz lo que se te pide en tu cuaderno.
 - » Cuando se quema una tortilla en la estufa, ¿qué tipo de manifestaciones químicas se observan?
 - » En muchas festividades de nuestro país se emplea la pirotecnia como un espectáculo. Desafortunadamente, han ocurrido graves accidentes por no usar de manera adecuada la pólvora que se utiliza en la elaboración de los fuegos artificiales o por desconocer las medidas de seguridad necesarias para transportar los productos que se derivan de este arte popular. ¿Qué medidas propondrías o qué acciones llevarías a cabo para evitar desgracias en exhibiciones y celebraciones?
 - » Menciona ejemplos cotidianos en los que se manifieste efervescencia.



Visita el siguiente sitio, donde encontrarás una aplicación interactiva de las reacciones químicas:

<http://www.redir.mx/SQC-157>.

La ecuación química

No es posible describir las reacciones químicas en su totalidad, ya que existen procesos que no es posible conocer por lo complejos que son; por ello se simbolizan mediante ecuaciones que

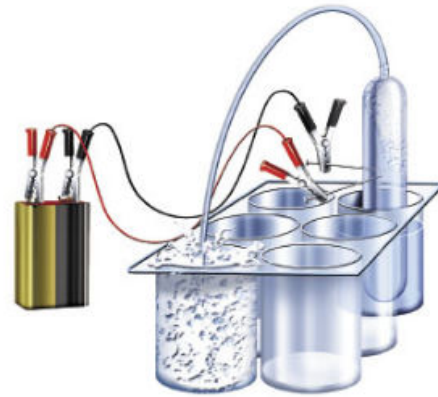
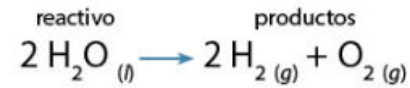


Figura 3.12 Dispositivo para llevar a cabo la electrólisis del agua. En el primer compartimento hay una disolución de jabón, en la que se capturan los gases que se producen: oxígeno e hidrógeno.

proporcionan información breve y concisa, y que expresan qué ocurre durante la reacción mediante los símbolos de los elementos químicos, las fórmulas de los compuestos y otros símbolos especiales. Por ejemplo, observa la ecuación de la descomposición del agua (electrólisis) (figura 3.12):



Las sustancias que aparecen del lado izquierdo de la flecha reciben el nombre

de **reactivos**; del lado derecho de ésta se encuentran los **productos**. El signo + se interpreta como "reacciona con"; la flecha se lee como *produce*. Las letras entre paréntesis representan el estado de agregación de la sustancia, como ya hemos mencionado.

El coeficiente numérico que aparece antes de una sustancia en la ecuación señala el número de átomos o moléculas involucradas. Por ejemplo:

2H indica dos átomos de hidrógeno

H señala un átomo de hidrógeno (el 1 no se representa gráficamente)

2H_2 indica dos moléculas de hidrógeno.

Los subíndices son los números pequeños colocados después del símbolo químico. Éstos indican el número de átomos que tiene una sustancia y la diferencian. Así:

O representa un átomo de oxígeno

O_2 indica una molécula de oxígeno

O_3 corresponde a una molécula de ozono

Es posible calcular los átomos a partir de los coeficientes numéricos y los subíndices:

En 3O hay tres átomos de oxígeno ($3 \times 1 = 3$).

En 4O_2 hay 8 átomos, pues representa cuatro moléculas de oxígeno diatómico. Al multiplicar el coeficiente por el subíndice resulta: $4 \times 2 = 8$ átomos.

Los coeficientes y los subíndices ayudan a demostrar la igualdad de átomos en ambos lados de la ecuación: el número de átomos en los reactivos debe ser igual en los productos.

Además de los símbolos y signos anteriores, existen otros como los mostrados en la siguiente ecuación química:



En este caso, los reactivos son magnesio y ácido clorhídrico. Para que se produzca la reacción debe suministrarse calor, representado por la letra delta (Δ). Los productos obtenidos son cloruro de magnesio e hidrógeno (liberado como gas y señalado con la flecha hacia arriba).

Otros símbolos importantes en las ecuaciones químicas, que ayudan a describir, explicar y hacer predicciones, son los que se muestran en el cuadro 3.1.

Cuadro 3.1 Símbolos usados en las ecuaciones químicas

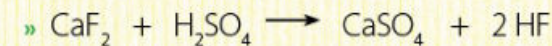
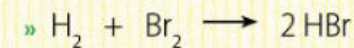
Símbolo	Significado
\longrightarrow	produce(n): apunta hacia los productos y también indica que la reacción es irreversible.
\longleftrightarrow o \rightleftharpoons	reacción reversible: los reactivos se transforman en productos y los productos en reactivos.
\uparrow	gas que se desprende: se escribe después de la fórmula.
\downarrow	sólido que precipita: se escribe después de la fórmula.
(s)	estado sólido
(l)	estado líquido
(g)	estado gaseoso
(ac) o (aq)	disolución acuosa
(Δ)	calor: se coloca arriba o debajo de la flecha.
+	"más" o "reacciona con..."

conect@mos

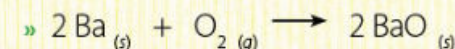
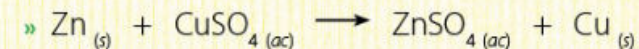
Te invitamos a leer José Salgado, *Calcio: la biografía de un átomo*, México, SEP/Papel y pluma, 2005 (Espejo de Urania).

Desarrolla tu pensamiento científico

- Encuentra el número de moléculas y átomos presentes en los reactivos y los productos de las siguientes ecuaciones.



- Describe con palabras las siguientes ecuaciones químicas, ten en cuenta la simbología que presentan. Si desconoces el nombre de las sustancias, pregúntale a tu profesor.

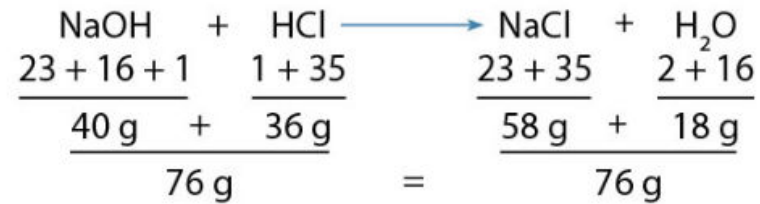


Ley de la conservación de la masa en las reacciones químicas

Este principio o ley señala que, en toda reacción química, la suma de la masa de los reactivos es igual a la suma de la masa de los productos; por tanto, en todo cambio o reacción química, la masa permanece constante.

En la siguiente ecuación química están las masas tanto de los reactivos como de los productos.

Las masas atómicas, obtenidas de la tabla periódica de los elementos químicos, son Na = 23 g, O = 16 g, H = 1 g, Cl = 35 g.



Nota que la masa total de los reactivos es 76 g y que la de los productos también es 76 g; esto indica que sí se cumple el principio de conservación de la masa. Éste debe tenerse en cuenta en todo proceso, ya sea de laboratorio o industrial (figura 3.13), pues de esta manera se sabe qué cantidad de reactivos se requiere usar y se predice cuánto producto se obtendrá.

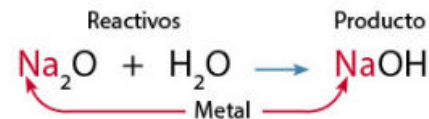


Figura 3.13 La ley de conservación de la masa es fundamental en todas las industrias químicas, como la farmacéutica.

Balanceo de ecuaciones químicas

Además de la información cualitativa que proporcionan, las ecuaciones químicas también nos dan información cuantitativa, como pudiste ver en el ejemplo anterior. En él se cumple la ley de conservación de la masa porque el número de átomos de cada elemento en ambos lados es el mismo. En este caso se dice que la ecuación está **balanceada**.

Sin embargo, no siempre las encontrarás así y tú tendrás que balancearlas. Para ello, primero se cuentan los átomos de cada elemento en ambos lados de la ecuación y, si el número difiere, entonces se coloca una constante antes del compuesto que la necesite, a la cual se le llama **coeficiente estequiométrico**, para que ayude a igualar el número de átomos de cada elemento en los productos y los reactivos. Primero se trabaja con los metales y los no metales diferentes del hidrógeno y el oxígeno y luego con estos últimos. Finalmente corroborarás el resultado. Observa el siguiente ejemplo.



Se cuenta el número de átomos en ambos lados de la ecuación.

Reactivos	Producto
2 Na	1 Na (el coeficiente necesario será 2)
2 H	1 H
2 O	1 O

Al poner el coeficiente que necesita el sodio para igualar su número de átomos, la ecuación queda balanceada. Compruébalo siguiendo los pasos que te hemos dado.



Aproximación al conocimiento científico

Toda reacción química cumple la ley de la conservación de la masa. En esta actividad lo comprobarán.

Material: ¿qué necesitamos?

3 g de limadura de hierro, 2 g de azufre, mechero de Bunsen o de alcohol, tubo de ensayo, pinzas para tubo de ensayo, balanza que sea capaz de pesar mínimo 1g, gafas protectoras.

Desarrollo: ¿qué hacemos?

1. Mezclen la limadura de hierro con el azufre en el tubo de ensayo y midan la masa del dispositivo junto con las sustancias. Anoten el dato en su cuaderno.
2. Pónganse los lentes de protección, prendan el mechero y tomen con las pinzas el tubo de ensayo para calentar la mezcla hasta que adquiera un color rojo. Tengan cuidado al calentar el contenido del tubo, muévanlo continuamente sobre la flama y nunca dirijan la boca de éste hacia su cara o la de otra persona ni miren hacia su interior.
3. Sigán calentando hasta que se forme un compuesto negro.
4. Retiren el dispositivo del mechero y esperen a que se enfríe. Anoten todas sus observaciones.
5. Midan nuevamente la masa del dispositivo junto con la sustancia que se formó y registren el dato.

Análisis de resultados: ¿qué concluimos?

- » Investiguen qué compuesto surgió al reaccionar la limadura de hierro con el azufre.
- » Escriban la ecuación química de dicha reacción y balancéenla si es necesario.
- » ¿Qué manifestación de reacción apreciaron?
- » ¿Se desprendió algún gas? ¿Cómo lo saben?
- » ¿Se cumple la ley de la conservación de la masa en esta reacción? ¿Cómo lo comprobarían?

Absorción y emisión de calor en las reacciones químicas

Las reacciones químicas implican cambios energéticos, ya que los nuevos enlaces en los productos no tienen exactamente la misma energía que la de los reactivos. Cuando al final aquella que se almacena en los enlaces recién formados es mayor, la reacción es **endotérmica** y necesita absorber energía para llevarse a cabo. Un ejemplo es la obtención de mercurio y oxígeno a partir del óxido de mercurio (II); éste se calienta para proporcionar la energía activadora que lleve al rompimiento de sus enlaces.



Por otra parte, cuando la energía en las moléculas de los productos es menor que la de los reactivos, la reacción es **exotérmica** y libera energía en forma de luz o calor, como en la combustión o en la reacción de los metales alcalinos con el agua, entre otras. A continuación se representa aquella entre el cloruro de sodio y el nitrato de plata para producir cloruro de plata (un precipitado) y nitrato de sodio.



Una aplicación de los procesos endotérmicos y exotérmicos es la fabricación de compresas frías y calientes que se venden para calmar el dolor (figura 3.14). Éstas están constituidas por una bolsa de plástico que contiene un compuesto en polvo y otra más pequeña con agua. Al golpear la compresa, se rompe la bolsa llena de agua y la otra sustancia se disuelve o reacciona con ella.

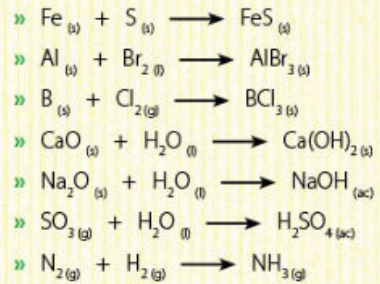


Figura 3.14 El funcionamiento de las compresas para calmar el dolor se basa en procesos exotérmicos y endotérmicos.

Así, la bolsa comienza a calentarse o a enfriarse, según sea la sustancia que contiene. Para las compresas calientes se emplea cloruro de calcio o sulfato de magnesio, mientras que para las frías se utiliza nitrato de amonio.

Desarrolla tu pensamiento científico

1. En equipo, encuentren las masas de los reactivos y los productos de las siguientes reacciones; consulten la tabla periódica. Si es necesario, balanceen las ecuaciones para que se cumpla la ley de la conservación de la masa.



2. Piensen por qué es importante que en las industrias se balanceen las ecuaciones de las reacciones que necesitan para la fabricación de sus productos. Escríbanlo en su cuaderno.
3. Elaboren un diseño de cómo sería posible aprovechar las reacciones endotérmicas y exotérmicas para calentar comidas y enfriar bebidas enlatadas, con la finalidad de que estén listas para su consumo sin necesidad de un sistema de calefacción externo o un refrigerador. Dibujen en su cuaderno cómo imaginan que sería el dispositivo y expliquen su funcionamiento.

Integramos



Figura 3.15 Las luces de bengala son alambres recubiertos con una mezcla de pólvora, partículas de hierro, un aglutinante (como azúcar o almidón) y magnesio. Cuando se da la reacción de combustión, desprenden una luz muy llamativa.

Las manifestaciones químicas como la efervescencia, la emisión de luz o calor, la formación de un precipitado o el cambio de color nos indican que se ha presentado un cambio o reacción química (**figura 3.15**).

Las ecuaciones químicas son modelos que nos ayudan a representar y a entender cómo se llevan a cabo las reacciones químicas.

Con las ecuaciones químicas es posible saber cuáles son los reactivos y cuáles los productos, su estado de agregación, si requieren o liberan energía o si son directas o reversibles, entre otras cosas.

Por su parte, la ley de la conservación de masa señala que ésta permanece constante en las reacciones químicas, porque la suma de la masa de los reactivos es la misma que se obtiene en los productos.

La energía que se produce al romperse los enlaces no es exactamente igual a la que se necesita para formar los productos, por eso hay reacciones endotérmicas y exotérmicas.

Desarrolla tu pensamiento científico

1. Regresa al apartado "Comenzamos" (**página 152**) y responde nuevamente las preguntas. Reflexiona acerca de cómo se modificaron tus ideas iniciales.
2. Observa la siguiente ecuación química. Demuestra que se cumple la ley de la conservación de la masa. Señala la relación existente entre las masas de los reactivos y las de los productos.

$$\text{KOH} + \text{HF} \longrightarrow \text{KF} + \text{H}_2\text{O}$$
3. Investiga qué industrias de transformación de materiales (que empleen reacciones químicas) hay en tu comunidad, en la región donde vives o en México.
 - » ¿Cuáles son los reactivos y los productos que intervienen en las reacciones?
 - » ¿Qué manifestaciones de cambios químicos presentan?
 - » ¿Dichas reacciones son exotérmicas o son endotérmicas?
 - » ¿Qué información presentan las ecuaciones involucradas?
 - » ¿Se balancean o no es necesario hacerlo? En caso afirmativo, ¿cómo quedan los coeficientes estequiométricos?
 - » ¿Por qué consideras que es importante esa empresa?
4. ¿Qué manifestaciones de cambio químico se observan en la **figura 3.16**?



Figura 3.16 Cambios químicos en: a) conexiones de tubería de hierro; b) cerillos; c) masa para pan y d) manzana.

La caloría como unidad de medida de la energía. Toma de decisiones relacionada con: los alimentos y su aporte calórico

APRENDIZAJES ESPERADOS. Identifica que la cantidad de energía se mide en calorías y compara el aporte calórico de los alimentos que ingiere. Relaciona la cantidad de energía que una persona requiere, de acuerdo con las características tanto personales (sexo, actividad física, edad y eficiencia de su organismo, entre otras) como ambientales, con el fin de tomar decisiones encaminadas a una dieta correcta.

Comenzamos

Todos los días efectúas una gran cantidad de actividades que requieren energía. Al mismo tiempo, en el interior de tu cuerpo, tus órganos, tejidos y células trabajan para que seas capaz de llevar a cabo todas esas tareas (figura 3.17).



Figura 3.17 Todas las actividades que hacemos, inclusive leer, estar sentados o dormir, requieren energía.

Averigua qué tan sana es tu alimentación.

1. Anota en tu cuaderno una lista con las actividades que llevas a cabo en un día. Después, escribe los alimentos que consumes: desayuno, comida y cena, sin olvidar aquéllos ocasionales (dulces, chocolates, papitas, palomitas, frutas, etcétera).
 - * Contesta.
 - » ¿Qué nutrientes te aportan dichos alimentos?
 - » ¿Debe consumir la misma cantidad de comida un bebé que un adulto?, ¿por qué?
 - » ¿La caloría es un nutriente?, ¿qué es?
 - » ¿Cuántas calorías debes consumir al día?, ¿cómo lo sabes?
 - » ¿En función de qué se calcula la necesidad calórica de una persona?, ¿debe consumir las mismas calorías un oficinista que un atleta de alto rendimiento?, ¿por qué?
 - » ¿Qué son los carbohidratos, las proteínas y los lípidos?, ¿todos los alimentos tienen la misma cantidad de ellos?, ¿sabes cuántas calorías te proporciona 1 g de cada uno?
 - » ¿Has oído hablar de las tablas nutrimentales?, ¿qué son?, ¿para qué sirven?, ¿quién las usa?
 - » ¿Consideras sana la alimentación que pusiste en tu lista?, ¿por qué?
 - » ¿Qué debes hacer para mejorarla?, ¿qué agregarías o quitarías?

Aprendemos

En tu curso de Ciencias I estudiaste que los **nutrientes** necesarios para que tu cuerpo lleve a cabo sus actividades se encuentran en los alimentos que consumes. Estos nutrientes son las proteínas, los carbohidratos, los lípidos (grasas y aceites), las vitaminas y los minerales. A los tres primeros se les conoce como **macronutrientes**, pues se requieren en mayor cantidad y proporcionan la energía que nuestras células necesitan.

La unidad para medir la energía térmica de los alimentos es la **caloría (cal)**, que es la cantidad de calor necesario para aumentar en un grado la temperatura de un gramo de agua. Como su valor resulta muy pequeño, cuando se habla de nutrición se toma como medida la **kilocaloría** (1 kcal = 1 000 cal). Muchas veces, a las kilocalorías se les llama **Calorías** (con mayúscula). Si se dice que un alimento *tiene* 100 Calorías, esto se debe interpretar como "tiene 100 kilocalorías".

Esta energía también se mide en **joules (J)**, y es frecuente encontrar en diversos productos alimenticios alguno de los dos tipos de unidades (o ambos) para medir la cantidad de energía que proporcionan. Una caloría equivale aproximadamente a 4.2 joules.

Cantidad de calorías en los nutrimentos

En los nutrimentos encontramos diferentes cantidades de calorías que se determinan teniendo en cuenta un gramo de cada uno, lo cual nos posibilita compararlos. Revisa en el **cuadro 3.2** cuánta energía aporta cada nutriente.

Es casi imposible estimar de manera exacta el gasto energético de una persona, sin embargo la Organización Mundial de la Salud (OMS) ha calculado que las necesidades energéticas diarias de alguien en edad escolar son 50 kilocalorías (kcal) por kilogramo de peso. La dieta de los adultos contiene entre 1 000 y 5 000 kcal por día, dependiendo de cuánta energía requiera cada persona.

Como recordarás de tu curso de Ciencias I, para tener una buena alimentación, con el aporte necesario de energía, debes llevar una **dieta correcta**, pero no hay que confundir esta palabra con dejar de comer, ya que muchas personas piensan que quien lleva una dieta se malpasa y deja de ingerir alimentos con tal de bajar de peso.

Una dieta correcta debe contener todos los nutrientes en las cantidades que cubran las necesidades del organismo para que éste se mantenga sano. Ésta debe ser adecuada con la edad, el sexo, la complexión, la actividad y el estado de salud de la persona, así como con el lugar donde vive y la época del año.

El **Plato del Bien Comer** (figura 3.18) es una guía para seguir una dieta correcta. Está basado en la Norma Oficial Mexicana NOM-043-SSA2-2012, "Servicios básicos de salud. Promoción y educación para la salud en materia alimentaria. Criterios para brindar orientación". En él se recomienda comer ciertos alimentos. La idea es combinar uno de cada grupo en el desayuno, la comida y la cena. En esta representación no se incluyen las grasas y los azúcares, pues deben comerse en cantidades muy reducidas.

Cuadro 3.2 Cantidad de kcal según el tipo de nutriente

Nutriente	Kilocalorías en 1 g
carbohidratos	4
proteínas	4
lípidos	9



Figura 3.18 En el Plato del Bien Comer se representan los grupos de alimentos. Cada uno contiene una porción variable de calorías que sirven para el buen mantenimiento del cuerpo.

Desarrolla tu pensamiento científico

1. La etiqueta de una lata de sardinas manifiesta que su valor energético es de 80 kcal. ¿Cuál será su equivalente en joules?
2. A la derecha se muestra la información nutrimental que hay en una caja de ocho piezas de chocolate (porciones por paquete: 8). Analiza y obtén los datos que se solicitan para cada uno.

Información Nutrimental	
Tamaño de porción: 1 pieza	
Contenido neto	80 g
Contenido energético	1720 kJ
Grasa total (lípidos)	25 g
Proteína	4 g
Carbohidratos	43 g

Para saber más

Una dieta correcta y la práctica habitual de ejercicio físico son claves en la prevención y control de muchas enfermedades crónicas como la obesidad, la diabetes, la hipertensión, la osteoporosis, algunos tipos de cáncer y problemas cardiovasculares, etcétera.

- » Masa
- » Contenido energético
- » Cantidad de grasa
- » Cantidad en kilocalorías de grasa
- » Cantidad en kilocalorías de proteínas
- » Cantidad en kilocalorías de carbohidratos
- » Cantidad de kilocalorías total

- Con base en los datos que calculaste, ¿consideras que es una buena opción comer estos chocolates? ¿Por qué? ¿Qué recomendarías en su lugar?
3. Averigua la información nutrimental de otro producto y obtén los datos anteriores para una porción. Comenta los resultados con tus compañeros y tu profesor. Argumenta cuál tiene mayor valor calórico.
 4. Consulta en distintas fuentes de información por qué se dice que una dieta correcta debe ser suficiente, equilibrada, inocua, variada y completa.

Los carbohidratos

Los **carbohidratos** o **glúcidos** son la principal fuente de energía para llevar a cabo las actividades del cuerpo y están formados por carbono, hidrógeno y oxígeno. Se encuentran principalmente en los dulces, los cereales como el arroz y los tubérculos como la papa (figura 3.19).

Los carbohidratos ingeridos se transforman en **glucosa** y pasan al torrente sanguíneo para ser transportados a todas las células de nuestro cuerpo. La que no se utiliza se transforma en **glucógeno** y se almacena en los músculos y el hígado para cuando se requiera; de no ser utilizada, se transforma en grasa y se deposita en el tejido adiposo como reserva.

Los lípidos

Los **lípidos** son el material energético de reserva del cuerpo y, al igual que los carbohidratos, también están compuestos principalmente por oxígeno, hidrógeno y carbono, pero son moléculas diferentes. Estas sustancias proporcionan 9 kilocalorías por gramo, es decir, más del doble que los carbohidratos y las proteínas. Son parte constitutiva de las membranas que protegen los órganos y las células del cuerpo, así como de algunas hormonas, y facilitan el transporte de vitaminas, entre otras funciones. Las grasas son indispensables para la absorción de las vitaminas A, D, E y K.

Los lípidos se clasifican en **grasas saturadas** e **insaturadas**. Las primeras son sólidas a temperatura ambiente y, en su mayoría, de origen animal; como ejemplos tenemos a la manteca de cerdo, el tocino y la mantequilla, entre otros (figura 3.20).



Figura 3.20 Una porción de 15 g de tocino contiene 4 g de grasa.

Glucógeno. Carbohidrato de reserva de energía que el organismo emplea cuando baja la concentración de glucosa en la sangre.

GLOSARIO

Los lípidos o grasas insaturadas provienen principalmente de vegetales y son líquidos, como los aceites vegetales comestibles de maíz, cártamo, girasol, oliva y otros (figura 3.21).

Existen dos tipos de grasas insaturadas:

- » **Grasas monoinsaturadas:** provienen del aceite de oliva y el de canola, los pistaches, las almendras, las avellanas, las nueces, los cacahuates, el aguacate y sus respectivos aceites.
- » **Grasas poliinsaturadas:** provenientes de los aceites de pescado, girasol, maíz y soya. A su vez, éstas se subdividen en distintas clases, de las cuales destacan, por sus propiedades, dos subtipos: las grasas omega 3 y las omega 6.

Un grupo de lípidos son las lipoproteínas. Entre éstas encontramos al **colesterol** llamado "bueno" (cuyas siglas en inglés son HDL) y el denominado "colesterol malo" (LDL). El bueno o de alta densidad contiene más proteína que grasa; al circular por el torrente sanguíneo recolecta grasas y las lleva al hígado para evitar que se acumulen en los vasos sanguíneos. El colesterol malo o de baja densidad contiene más grasa que proteínas y la lleva por medio del torrente sanguíneo a los diferentes tejidos; en exceso es perjudicial porque se acumula como placas en los vasos sanguíneos, lo que produce con el tiempo la **ateroesclerosis**.

Cuando se ingieren lípidos, éstos son transportados a diferentes partes del organismo, sin embargo, este proceso no es fácil porque son insolubles y, para llevarlos por el torrente sanguíneo, es necesario que se combinen con otras sustancias, como las proteínas.

Las proteínas

Las **proteínas** son grandes cadenas constituidas por pequeñas unidades llamadas **aminoácidos**, los cuales a su vez están integrados por carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno, algunos también contienen azufre.

Forman parte de órganos, tejidos, células, hormonas y anticuerpos, entre otros. Durante el trabajo cotidiano, estas estructuras químicas se deterioran y necesitan ser reparadas de forma constante por otras proteínas. Alimentos como el frijol, la soya, el queso, la leche, los huevos, las carnes rojas y el pescado son ricos en ellas (figura 3.22).



Figura 3.21 El aceite de oliva contiene gran cantidad de vitamina E, por lo que beneficia al sistema circulatorio.

Colesterol. Es un lípido que el hígado sintetiza diariamente, forma parte de todas las células, participa en la formación de hormonas, vitamina D y ácidos biliares para la digestión.

Ateroesclerosis. Nombre que recibe el endurecimiento de las arterias, provocado por la acumulación de grasa y colesterol en sus paredes.

Figura 3.22 Los aminoácidos son indispensables para la vida. Algunos son producidos por el cuerpo, pero otros que resultan esenciales se tienen que obtener de los alimentos ricos en proteínas.

Para saber más

Son 20 los aminoácidos que todos los seres vivos utilizan para sintetizar proteínas: valina, leucina, treonina, lisina, triptófano, histidina, fenilalanina, isoleucina, arginina, metionina, alanina, prolina, glicina, serina, cisteína, asparagina, glutamina, tirosina, ácido aspártico y ácido glutámico.

Figura 3.23 Las sardinas son una rica fuente natural de vitamina D.

Cuando el cuerpo no recibe la cantidad necesaria de carbohidratos y grasas, el organismo utiliza como fuente de energía a los aminoácidos que forman parte de las proteínas de los tejidos y hay una pérdida de masa muscular.

Las vitaminas

Éstas no desempeñan una función energética, pero son necesarias porque intervienen en muchos procesos y reacciones químicas dentro de las células.

El cuerpo necesita pequeñas cantidades de 13 vitaminas: A, C, D, E, K y las del grupo B (tiamina, riboflavina, niacina, ácido pantoténico, biotina, vitamina B6, vitamina B12 y folato o ácido fólico). Por lo general, éstas provienen de los alimentos, aunque el cuerpo también produce las vitaminas D y K. Las personas que llevan una dieta vegetariana pueden necesitar un suplemento de vitamina B12.



Cada una cumple funciones específicas. Si se tienen bajos niveles de alguna de ellas, es posible desarrollar una enfermedad por deficiencia. Por ejemplo, si no se consigue el aporte suficiente de vitamina D, se produce raquitismo (figura 3.23).

Las vitaminas se dividen en los siguientes grupos.

- » **Vitaminas hidrosolubles.** Se disuelven en el agua, por ello es necesario ingerirlas diariamente, porque se desechan con la orina. La vitamina C y el grupo de vitaminas B forman parte de este grupo.
- » **Vitaminas liposolubles.** Son solubles en la grasa, por ello, el organismo es capaz de almacenarlas durante bastante tiempo y no es necesario ingerirlas continuamente. Las vitaminas A, D, E y K forman parte de esta categoría.

Índice de masa corporal

Para saber si una persona tiene problemas con su masa corporal, los profesionales de la salud emplean el Índice de Masa Corporal (IMC), el cual es una medida de la relación entre la masa de una persona y su altura. A pesar de que no hace distinción entre los componentes grasos y no grasos de la masa total, éste es el método más práctico para evaluar el grado de riesgo asociado con la obesidad.

El IMC se calcula mediante la fórmula:

$$\text{IMC} = \frac{\text{masa}}{\text{estatura}^2}$$

En el cuadro 3.3 se encuentra una clasificación basada en este parámetro. El valor obtenido no es constante, sino que varía con la edad y el sexo. También depende de otros factores, como las proporciones de tejidos muscular y adiposo.

Cuadro 3.3 Clasificación del estado nutricional según el IMC

Clasificación	IMC (kg/m ²)
infrapeso	menos de 18.5
normal	18.5-24.9
sobrepeso	mayor o igual a 25
preobeso	25-29.9
obeso	mayor a 30

Metabolismo basal

El **metabolismo** es un conjunto de reacciones químicas que se lleva a cabo en las células del cuerpo; se divide en dos fases: anabolismo y catabolismo. El **anabolismo**, que implica un gasto de energía, es el proceso de **síntesis** de sustancias complejas a partir de otras sencillas; por otra parte, el **catabolismo** es el proceso en el que se **descomponen** sustancias complejas en otras más sencillas y se obtiene energía.

El metabolismo se altera por diversos factores, como una alimentación deficiente, lo que ocasiona que se vuelva lento y la persona pierda peso. Por el contrario, si se comen alimentos en exceso, la persona tendrá sobrepeso. La actividad física también guarda relación con él: a mayor actividad, mayor debe ser la cantidad de alimentos consumidos (figura 3.24).

Las necesidades energéticas mínimas que requiere un organismo para seguir funcionando se conocen como **metabolismo basal** y se miden en reposo. Para efectuar actividades extra, hay que añadir la energía necesaria para que la persona sea capaz de llevarlas a cabo.

Los jóvenes presentan un metabolismo basal más rápido que el de los adultos. El género también lo hace variar: en las mujeres es menor que en los hombres.

El metabolismo basal de una persona se mide después de que ésta ha permanecido en reposo total en un lugar con una temperatura agradable (20 °C) y de que haya estado en ayunas durante 12 horas o más.

Se calcula en kilocalorías/día. La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) propone esta fórmula para hacer un cálculo aproximado en niños de entre 10 y 18 años:

$$\text{Mujeres: } 7.4 \times \text{peso (kg)} + 428 \times \text{altura (m)} + 572$$

$$\text{Hombres: } 16.6 \times \text{peso (kg)} + 77 \times \text{altura (m)} + 572$$

De acuerdo con lo anterior, el requerimiento energético mínimo diario de una adolescente de 15 años, con una estatura de 1.60 m y un peso de 55 kg, será el siguiente:

$$7.4 \times 55 \text{ kg} + 428 \times 1.60 \text{ m} + 572 = 1908 \text{ kcal diarias}$$

Para establecer una dieta adecuada se utilizan cuadros que señalan la cantidad de calorías requeridas por una persona, de acuerdo con su sexo, su estatura y sus actividades, entre otros factores. Esto nos da una idea de la cantidad de calorías diarias que cada quien requiere. Sin embargo, sólo los médicos y los especialistas en nutrición pueden ayudar a crear dietas correctas personalizadas (figura 3.25).



Figura 3.24 El metabolismo de los atletas de alto rendimiento es mucho mayor que el de un estudiante, por ejemplo.



Figura 3.25 Nunca debes seguir una dieta que te recomiende otra persona o que esté de moda, pues pones en riesgo tu salud. Es mejor consultar a un especialista en nutrición.

Cuadro 3.4 Kcal en 100 g de alimento

Alimento	kcal
manzana	45
plátano	85
mandarina	41
naranja	53
limón	14
melón	30
pera	38
papaya	35
uva	61
fresa	27
aguacate	232
chile serrano	35
zanahoria	37
lechuga	19
tomate	16
papa	80
calabaza	18
cebolla	24
papas fritas	525
frijol	292
lenteja	325
hojuelas de maíz	320
arroz	362
pan blanco	270
pan integral	230
pan tostado	420
tortillas de maíz	220
espagueti	146
yogurt	61
leche entera	57
queso manchego	333
mantequilla	749
queso crema	245
pollo	130
huevo	156
res	182
cerdo	327
jamón	393
atún enlatado	240
sardina en lata	343
aceite	900
agua	0
refresco	43

En el **cuadro 3.4** se muestra la cantidad de calorías calculadas en 100 g de algunos alimentos de consumo frecuente.

Datos de la **Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (Ensanut)** indican que uno de cada tres adolescentes de entre 12 y 19 años presenta sobrepeso u obesidad. Para los escolares, ambos problemas ascendieron a 26% para ambos sexos, lo cual representa más de 4.1 millones con estos padecimientos.

Debido a lo anterior, el 2 de abril de 2013, el gobierno mexicano puso en marcha la Estrategia Nacional para la Prevención de Obesidad y Diabetes, dado que se han convertido en la amenaza más grande para la salud de los mexicanos. La estrategia incluye el fomento de estilos de vida y hábitos de alimentación saludables, así como la generación y rescate de espacios para la actividad física, entre otras acciones.

Desarrolla tu pensamiento científico

- Investiga en distintas fuentes de información y contesta las preguntas.
 - » ¿Qué tipo de dieta necesita un deportista de alto rendimiento?
 - » ¿Qué es la fibra y a qué nutrimentos pertenece?
 - » ¿Qué tipo de dieta llevan las personas que viven en regiones muy frías? ¿Por qué?
 - » ¿Cuál es la enfermedad provocada por la acumulación de grasa y colesterol en las paredes de las arterias?
- Haz lo que se te pide a continuación.
 - Calcula tu metabolismo basal de acuerdo con la fórmula que propone la FAO.
 - Calcula tu IMC.
 - Al comenzar este tema hiciste una lista de los alimentos que consumes en un día. Calcula la cantidad de kilocalorías que tu cuerpo obtiene y explica a tus compañeros si son adecuadas, insuficientes o excesivas.
 - De acuerdo con los cálculos que obtuviste acerca de tu metabolismo basal e IMC, decide si debes cambiar tus hábitos alimentarios. Además, haz una reflexión profunda y platica con tus padres, amigos o algún familiar de confianza si consideras que tienes un trastorno alimentario. Es una excelente oportunidad para pedir ayuda.

Integramos

La alimentación es de primordial importancia para todos, especialmente para niños y jóvenes, como tú, que están desarrollándose. En nuestro país se han creado programas para erradicar la mala alimentación, con la finalidad de que no sea parte de nuestra historia biológica y de que no se refleje después en trastornos en nuestra vida presente y futura.

Una mala alimentación ocasiona enfermedades como, por un lado, la diabetes o la obesidad y, por el otro, la anorexia y la bulimia, temas que también estudiaste en tu curso de Ciencias I.

A su vez, la obesidad genera problemas cardiovasculares, hipertensión arterial y diabetes. Por su parte, la hipertensión provoca accidentes cerebrovasculares, además de que afecta la correcta irrigación de los órganos del cuerpo y promueve el deterioro constante del organismo. Todo forma parte de un círculo que conlleva graves problemas de salud.

Desarrolla tu pensamiento científico

- Lee lo siguiente y responde en tu cuaderno. Si es necesario, consulta el **cuadro 3.4**.

Carmen es una estudiante de complejión delgada. Sus padres pensaron que no tiene una alimentación suficiente y, por tal razón, la llevaron al nutriólogo. El especialista le preguntó acerca de los alimentos que consume en un día, después la pesó, midió su estatura, anotó las actividades que lleva a cabo durante una jornada, entre otros datos, y encontró que sus necesidades energéticas por día debían constar, en un promedio, de 2500 kcal. Los alimentos que consume Carmen diariamente son los siguientes:

Desayuno	Comida	Cena
100 g de papaya (35 kcal)	125 g de sopa de lentejas (406 kcal)	125 g de sopa de lentejas (406 kcal)
100 ml de leche (49 kcal)	250 g de bistec (300 kcal)	250 g de bistec (300 kcal)
hojuelas de maíz (320 kcal)	100 g de frijoles (292 kcal)	100 g de frijoles (292 kcal)
50 g de galletas (204.5 kcal)	1 manzana (45 kcal)	1 manzana (45 kcal)
2 huevos (312 kcal)	250 ml de refresco (107.5 kcal)	
2 tortillas de maíz (110 kcal)	2 tortillas de maíz (110 kcal)	

- » ¿Cuántas kilocalorías consume Carmen por día?
- » ¿Son suficientes? ¿Por qué?
- » ¿Qué recomendaciones le harías?

- En equipo, lean el siguiente texto y hagan lo que se pide.

México cuenta con una gran tradición en la elaboración de tamales. Se calcula que su variedad alcanza casi 5 000 estilos diferentes en todo el país. Su consumo se remonta a la época precolombina y su importancia cultural es enorme pues, aparte del sustento, formaba parte de ceremonias especiales. La arqueología demuestra su relevancia en la vida cotidiana, en rituales religiosos, en ofrendas y tumbas (**figura 3.26**).

- Con lo aprendido en esta lección, organicen una muestra gastronómica de tamales. Consigan recetas de familia, pero modifiquenlas para que su valor calórico sea menor, y háganlos más nutritivos añadiendo o quitando ingredientes. Si lo consideran necesario, pidan ayuda y orientación a algún cocinero profesional.
- Inviten a amigos, familiares y miembros de su comunidad a saborear los tamales. Expliquenles el motivo de la feria y mencionen las diferencias entre la receta original y la que ustedes prepararon.



conect@mos

Consulta en la Biblioteca de Aula: José Luis Córdoba Frunza, *La química y la cocina*, México, SEP/Fondo de Cultura Económica, 2003.

Figura 3.26 Los tamales son parte importante de la alimentación de los mexicanos; sin embargo, deben consumirse con moderación por su elevado contenido energético.

APRENDIZAJES ESPERADOS. Explica la importancia del trabajo de Lewis al proponer que en el enlace químico los átomos adquieren una estructura estable. Argumenta los aportes realizados por Pauling en el análisis y la sistematización de sus resultados al proponer la tabla de electronegatividad. Representa la formación de compuestos en una reacción química sencilla, a partir de la estructura de Lewis e identifica el tipo de enlace con base en su electronegatividad.



Figura 3.27 En general, la amistad es cuestión de afinidad.

Comenzamos

Las escalas relativas se fundamentan, por lo general, en dos referentes o puntos extremos. Por ejemplo, para construir la escala centígrada de temperatura se utilizaron los puntos de fusión (0 °C) y ebullición del agua (100 °C) como extremos, y luego se dividió en cien partes iguales. Dentro de este rango cae la temperatura del cuerpo humano (35 a 37 °C).

1. Responde estas preguntas.

- » ¿Qué otras escalas de temperatura conoces?
- » ¿Qué escalas conoces que no sean de temperatura?
- » ¿Cómo definirías lo que es una escala?
- » ¿En química se utilizan escalas?, ¿cuáles?
- » ¿Has oído hablar de *afinidad química* y *electronegatividad*?, ¿serán lo mismo?, ¿cómo se medirán?
- » ¿La afinidad química será algo parecido a la afinidad entre las personas? (figura 3.27) Fundamenta tu respuesta.

Aprendemos

De acuerdo con la **regla del octeto**, propuesta por Lewis, los elementos químicos tienden a completar su capa de valencia con ocho electrones para conseguir una estructura estable semejante a la de los gases nobles. Sin embargo, ¿por qué los gases nobles son tan estables?

El helio (He), el neón (Ne), el argón (Ar), el criptón (Kr), el xenón (Xe) y el radón (Rn), miembros del grupo VIII A o 18 de la tabla periódica, no pueden aceptar electrones en su capa de valencia porque está llena, incluso la del helio (He), que sólo tiene dos electrones. Por eso es muy difícil que formen enlaces en condiciones normales y se les conoce como **gases nobles** (figura 3.28).

Los demás elementos de la tabla sí interactúan entre sí ganando, perdiendo o compartiendo electrones. Sus átomos se estabilizan más al formar enlaces y adquirir la configuración de un gas noble.

Recordemos también que, en 1916, **Gilbert Newton Lewis** propuso la teoría del **enlace covalente**, en el que los átomos comparten electrones para alcanzar el octeto. Por ejemplo, el bromo se encuentra en el grupo VII A o 17 y tiene siete electrones de valencia, por lo que le falta uno para formar el octeto y adquirir la configuración estable del criptón (Kr). Observa a continuación cómo se forma la molécula de bromo:

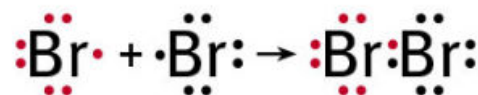


Figura 3.28 La familia de los gases nobles.

18
VIII A

2
He
4.003

10
Ne
20.18

18
Ar
39.95

36
Kr
83.8

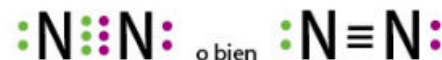
54
Xe
131.3

86
Rn
(222)

En dicho caso se ha formado un enlace sencillo, pero recordemos que también hay enlaces dobles y triples. El oxígeno, por ejemplo, tiene seis electrones en su capa externa y necesita dos más para completarla y lograr la configuración del gas neón. Si se une a otro átomo de oxígeno, cada uno compartirá dos electrones. La estructura de Lewis para esta molécula (O₂) es:

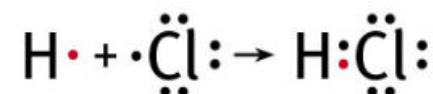


Cuando se comparten tres pares de electrones se forma un triple enlace. Un ejemplo de lo anterior ocurre con la molécula de nitrógeno (N₂), como se muestra a continuación.



En los ejemplos anteriores, intervienen átomos del mismo elemento en el enlace. Los electrones de valencia son atraídos con la misma fuerza por los núcleos participantes. Observemos ahora la representación de Lewis de enlaces covalentes con átomos distintos.

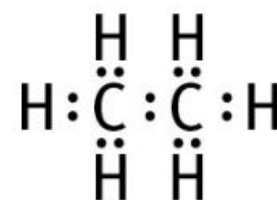
Los átomos de cloro e hidrógeno (el primero con siete electrones de valencia y el segundo con uno) forman una molécula de ácido clorhídrico (HCl) con un enlace covalente; en ella, el cloro completa ocho electrones, y el hidrógeno, dos.



En el caso del ácido selenhídrico (H₂Se), el átomo del selenio (Se), con seis electrones de valencia, se representa en el centro, y los dos hidrógenos, con un electrón cada uno, a los lados. Al formarse la molécula, por medio de dos enlaces covalentes, el selenio queda con ocho electrones, y los hidrógenos, con dos. El primero adquirió, pues, la configuración estable del gas noble criptón, y el segundo, la del helio.



Ahora veamos la estructura de Lewis para algunos **hidrocarburos**, como el etano (CH₃ - CH₃).



GLOSARIO
Hidrocarburo. Compuesto constituido sólo por átomos de carbono e hidrógeno.
Alcano. Hidrocarburo con enlaces carbono-carbono sencillos.

Para saber más

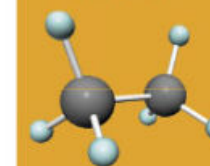
El etano, que es el segundo miembro de la serie de los **alcanos**, es un gas incoloro a temperatura ambiente, más ligero que el aire e inflamable. Forma parte del gas natural, por lo que se encuentra en yacimientos petrolíferos acompañando a este compuesto.

C₂H₆
Fórmula molecular del etano

CH₃ - CH₃
Fórmula semidesarrollada



Fórmula desarrollada o estructural



Modelo tridimensional

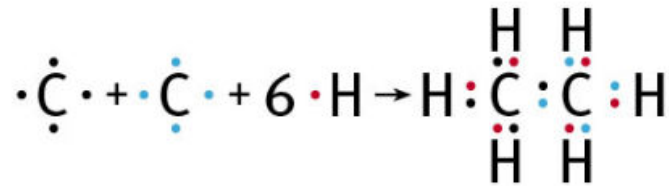


Figura 3.29 El etileno es el precursor del plástico polietileno.

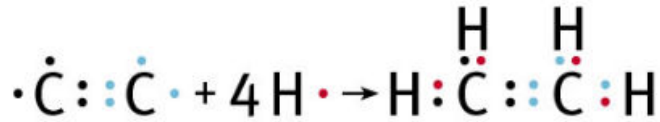
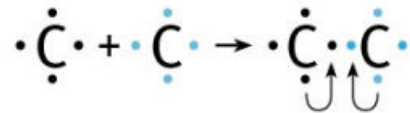


Figura 3.30 El acetileno es un gas muy reactivo utilizado en soldaduras y para cortar materiales metálicos, entre otros usos.

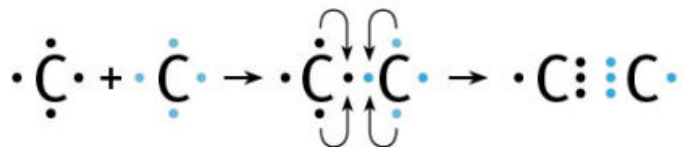
Pero ¿cómo se forma? El etano tiene dos átomos de carbono, cada uno con cuatro electrones de valencia; uno lo utilizan para formar el enlace con el otro carbono (**enlace carbono-carbono**) y los otros tres los usan para unirse covalentemente con tres hidrógenos.



El eteno o etileno ($CH_2 = CH_2$) es un hidrocarburo que presenta dos enlaces covalentes carbono-carbono y forman también enlaces del mismo tipo con dos átomos de hidrógeno (figura 3.29).

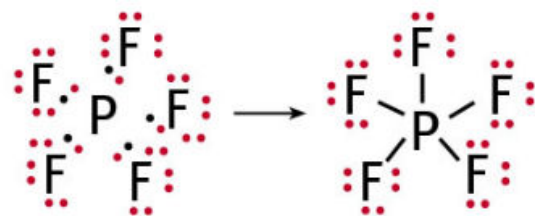


El etino o acetileno ($CH \equiv CH$) es un compuesto en el cual encontramos tres enlaces covalentes carbono-carbono, lo que deja dos electrones libres para formar enlaces covalentes con los átomos de hidrógeno (figura 3.30).



El etano es un alcano cuya fórmula general es C_nH_{2n+2} ; el eteno, un **alqueno** de fórmula general C_nH_{2n} ; y el etino, un **alquino** cuya fórmula es C_nH_{2n-2} . Los alcanos son hidrocarburos saturados porque sus carbonos tienen el máximo número de átomos de hidrógeno unidos a ellos, mientras que los alquenos y alquinos son insaturados.

La regla del octeto es muy útil para predecir el comportamiento de muchas sustancias. Sin embargo, es importante saber que existen excepciones, como el pentafluoruro de fósforo, en el que un átomo de fósforo (P) comparte 10 electrones, 5 suyos y 5 del flúor.

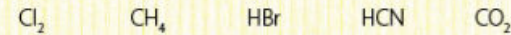


Alqueno. Hidrocarburo con al menos un doble enlace carbono-carbono.

Alquino. Hidrocarburo con al menos un triple enlace carbono-carbono.

Desarrolla tu pensamiento científico

1. En tu cuaderno, escribe la estructura de Lewis para las siguientes moléculas y representa su fórmula desarrollada, incluyendo sus electrones libres o desapareados.



- Indica si alguna de ellas es un hidrocarburo.
- Señala cuántos enlaces covalentes se forman. Auxíliate de la tabla periódica para conocer el número de los electrones de valencia.
- Responde.
 - » ¿Qué representan las barras que aparecen en las fórmulas desarrolladas?
 - » ¿Cuántos enlaces sencillos, dobles y triples formó el nitrógeno?, ¿tiene electrones libres o desapareados? Responde lo mismo del oxígeno y el carbono.

Linus Carl Pauling y la tabla de electronegatividades

Otra gran aportación al estudio de la naturaleza del enlace químico la hizo el bioquímico estadounidense **Linus Carl Pauling** (1901-1994) (figura 3.31), quien estudió los trabajos de Lewis e Irving Langmuir (1881-1957), entre otros, y propuso el concepto de **electronegatividad** en 1932. Buscaba complementar la **teoría del enlace de valencia** de los físicos alemanes Walter Heitler (1904-1981) y Fritz W. London (1900-1954).



Figura 3.31 Linus Carl Pauling recibió dos premios Nobel: el de química, en 1954, y el de la paz en 1962, este último por su labor contra las armas nucleares.

La electronegatividad es la capacidad de un átomo para atraer electrones hacia sí en una molécula y sólo es posible medirla experimentalmente de manera indirecta. Aunque se han propuesto distintos métodos para determinarla, los resultados muestran una misma tendencia periódica (figura 3.32).

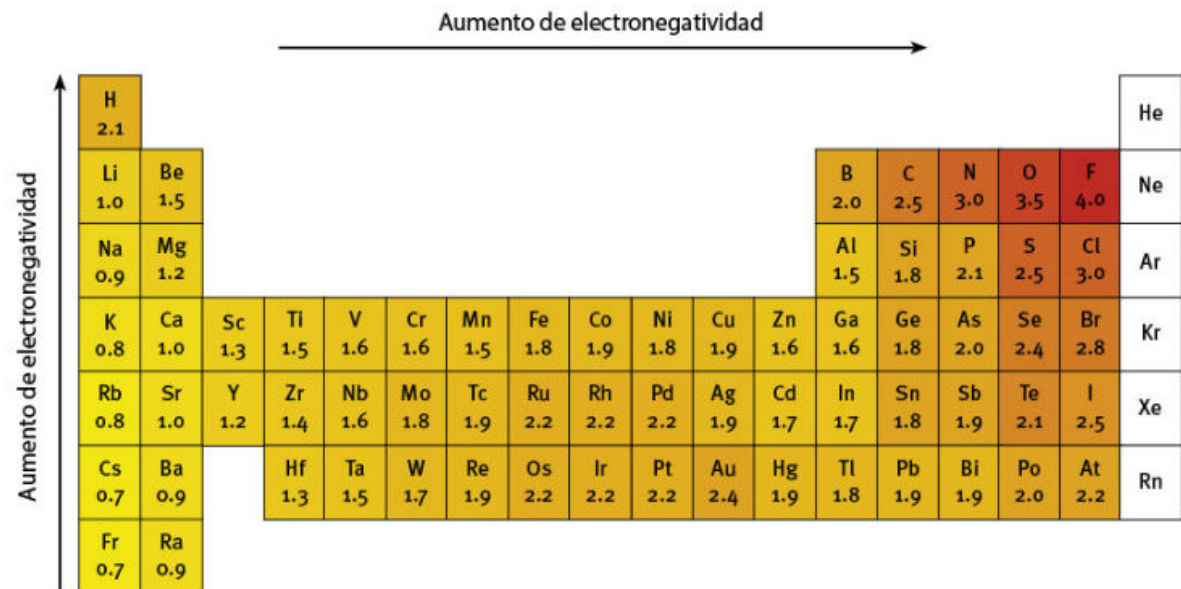


Figura 3.32 Valores de electronegatividad según Pauling.

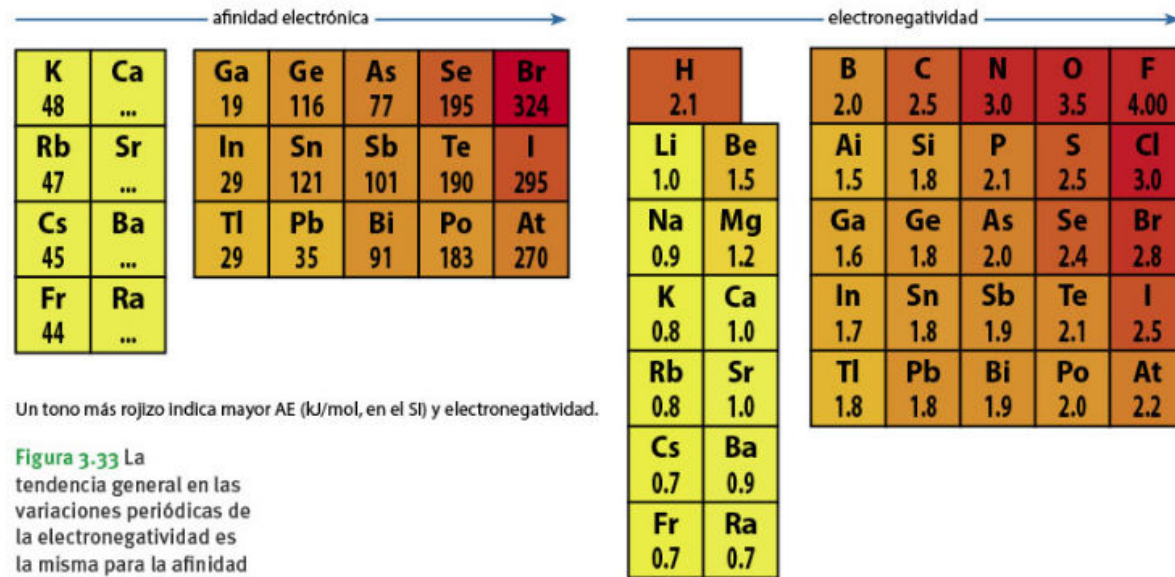
Pauling utilizó una escala con números **adimensionales** que iba desde 0.7 para los elementos menos electronegativos (el cesio, Cs, y el francio, Fr) hasta 4 para el más electronegativo (el flúor, F).

En la tabla se aprecia que los valores de electronegatividad aumentan de izquierda a derecha. En el periodo 6, por ejemplo, el cesio (Cs) tiene una electronegatividad de 0.7, mientras que el ástato (At) posee una de 2.2. Asimismo, aumentan de abajo hacia arriba. Por eso, el mayor valor de toda la tabla es el del flúor (F). Los no metales tienen valores de electronegatividad mayores que los metales.

Mientras la afinidad electrónica (AE), una propiedad muy relacionada con la electronegatividad (**figura 3.33**), es la energía asociada al proceso en el que un átomo neutro, aislado y en su estado fundamental capta un electrón y forma un ión negativo estable, la electronegatividad está relacionada directamente con el enlace. Se puede decir, entonces, que esta última no tiene que ver con el átomo aislado, sino con el lugar de éste dentro de una molécula; por eso Pauling trabajó con moléculas.

Adimensional. Que no tiene unidades.
Polaridad. Separación de cargas dentro de una misma molécula, lo que origina un polo positivo y otro negativo.

GEOSARIO



Un tono más rojizo indica mayor AE (kJ/mol, en el SI) y electronegatividad.

Figura 3.33 La tendencia general en las variaciones periódicas de la electronegatividad es la misma para la afinidad electrónica.

Pauling decía que, cuanto mayor fuera la diferencia de electronegatividad entre dos átomos, más fácil sería la transferencia de electrones de uno a otro:

$$\text{diferencia de electronegatividad} = \text{electronegatividad átomo A} - \text{electronegatividad átomo B}$$

La **polaridad** de un enlace químico depende de la diferencia que existe entre los valores de electronegatividad de cada uno de los átomos que lo forman. Es decir, si los átomos tienen electronegatividades muy parecidas, se dice que tienen baja polaridad y que están compartiendo sus electrones. En cambio, si existe una marcada diferencia de electronegatividades entre ellos, el enlace es muy polar y, de romperse, el elemento más electronegativo se quedaría con los electrones del menos electronegativo.

De acuerdo con esta diferencia, se tienen distintos tipos de enlace. Observa el **cuadro 3.5**.

Cuadro 3.5 Relación entre la diferencia de electronegatividad y el tipo de enlace de una molécula	
Diferencia de electronegatividad	Tipo de enlace
de 0 a 0.4	covalente no polar
de 0.5 a 1.9	covalente polar
mayor a 1.9	iónico

Cuando el enlace lo forman dos átomos del mismo elemento, la diferencia de electronegatividad es cero, entonces se forma un **enlace covalente no polar**, como en el caso de la molécula del H₂:

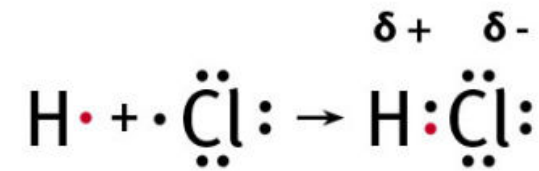
el hidrógeno presenta una electronegatividad de 2.1;

diferencia de electronegatividades = 2.1 - 2.1 = 0.

El enlace de la molécula del H₂ tiene una diferencia de electronegatividades de cero, lo que corresponde a un enlace covalente no polar (0 a 0.4). Éste también se produce entre átomos con muy poca diferencia de electronegatividad.

Por otra parte, el **enlace covalente polar** se caracteriza por formarse entre átomos diferentes, cuyos núcleos atraen de manera distinta a los electrones.

En las representaciones, el átomo más electronegativo se designa como **parcialmente negativo**, con la letra griega delta minúscula δ-, y el átomo menos electronegativo, como **parcialmente positivo**, con δ+. Como ejemplo tenemos el enlace covalente polar en la molécula de ácido clorhídrico:



Aquí, el cloro atrae con mayor fuerza al par de electrones del enlace que el hidrógeno:

el hidrógeno presenta una electronegatividad de 2.1;

la electronegatividad del cloro es de 3.0;

diferencia de electronegatividades = 3 - 2.1 = 0.9.

En el **cuadro 3.5** se aprecia que este valor corresponde a un enlace covalente polar (diferencia entre 0.5 y 1.9).

conect@mos

Si quieres saber más acerca de los enlaces químicos, visita:
<http://www.redir.mx/SQC-177>

Veamos ahora el enlace del ácido fluorhídrico (HF):

el hidrógeno tiene una electronegatividad de 2.1;
el flúor presenta una electronegatividad de 4.0;
diferencia de electronegatividades = $4 - 2.1 = 1.9$.

El enlace en la molécula de HF es covalente polar, debido a que está en el rango que va de 0.5 a 1.9.

Por su parte, en los compuestos **iónicos** encontramos la formación de cargas positivas y negativas entre los cationes y los aniones; aquí, la diferencia de electronegatividad es muy grande. Por ejemplo, en el compuesto cloruro de sodio (NaCl), el cloro atrae hacia él al electrón del sodio:

el sodio posee una electronegatividad de 0.9;
el cloro presenta una electronegatividad de 3.0;
diferencia de electronegatividades = $3 - 0.9 = 2.1$.

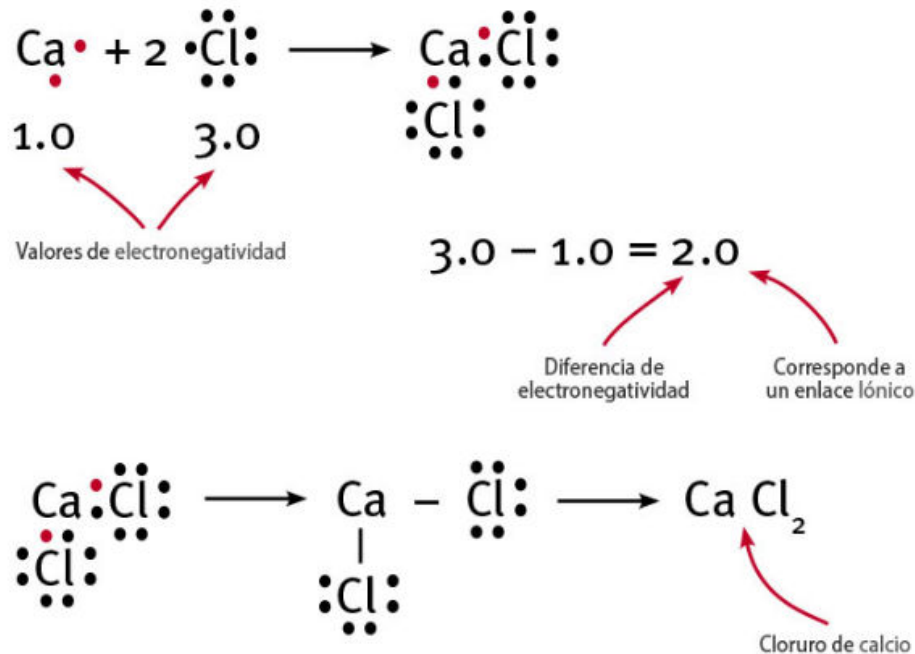
Es un enlace iónico porque la diferencia de electronegatividades supera el 1.9.

Ahora veamos el tipo de enlace que se forma entre el aluminio y el flúor en la molécula de fluoruro de aluminio (AlF_3):

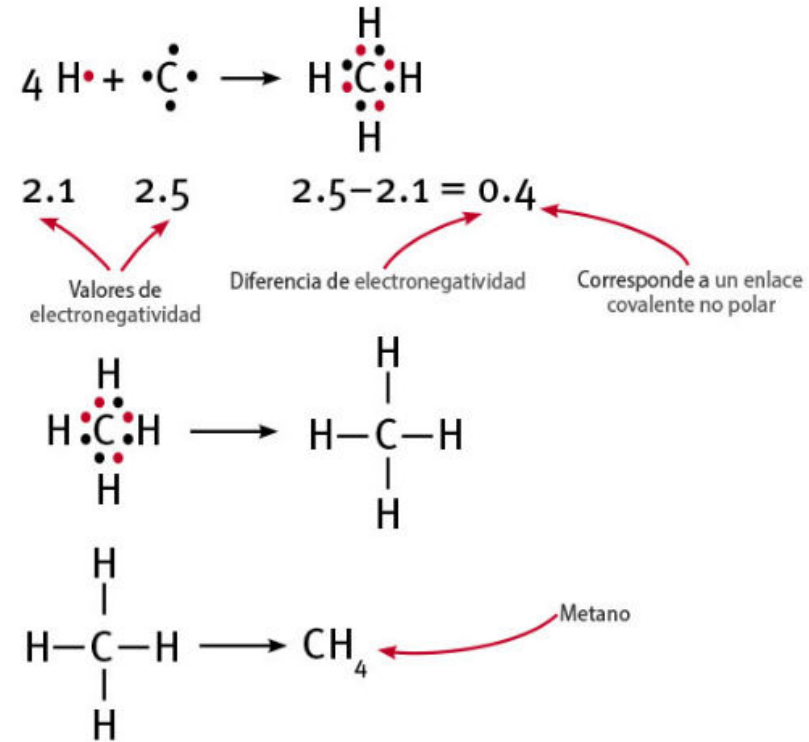
el aluminio tiene una electronegatividad de 1.5;
el flúor presenta una electronegatividad de 4.0;
diferencia de electronegatividades = $4 - 1.5 = 2.5$.

Por tanto, el enlace Al-F es iónico. Como se tienen tres iones de flúor, existen tres enlaces iónicos.

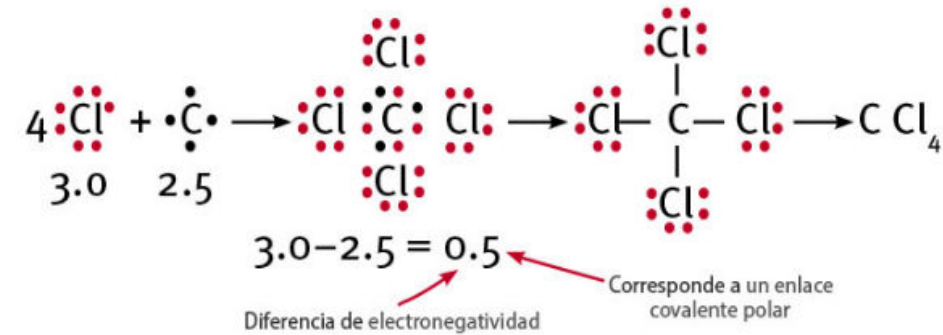
Una forma de relacionar la diferencia de electronegatividades con las estructuras de Lewis se ejemplifica a continuación, con un compuesto iónico (cloruro de calcio):



Ahora, ve el ejemplo del metano, un compuesto covalente:



Por último, examina el ejemplo de un compuesto covalente polar, el tetracloruro de carbono:



Desarrolla tu pensamiento científico

1. Explica por escrito cómo construyó Pauling su escala de electronegatividades.
2. Predice el tipo de enlace de las siguientes sustancias; si es posible, anótalos en tu cuaderno debajo de las estructuras de Lewis que hiciste en la actividad anterior.

Cl_2	CH_4	HBr	HCN	CO_2
---------------	---------------	-----	-----	---------------
3. Escribe las estructuras de Lewis y las fórmulas semidesarrolladas de las siguientes sustancias. Predice los tipos de enlace formados en ellas, según la escala de electronegatividades.

I_2	HBr	KCl
--------------	-----	-----

Integramos

El modelo de Lewis ha sido de gran utilidad para la comprensión del enlace químico y de los electrones de valencia de los átomos, así como para representar los enlaces simples, dobles y triples de las moléculas, entre otras cosas. El estudio del enlace covalente abrió el camino al entendimiento de otros enlaces.

Pauling, quien continuó la investigación en torno al enlace químico empezada por grandes científicos como Lewis, creó una escala de electronegatividades con la que es posible hacer predicciones acerca de los diferentes tipos de enlaces que se presentan en las moléculas.

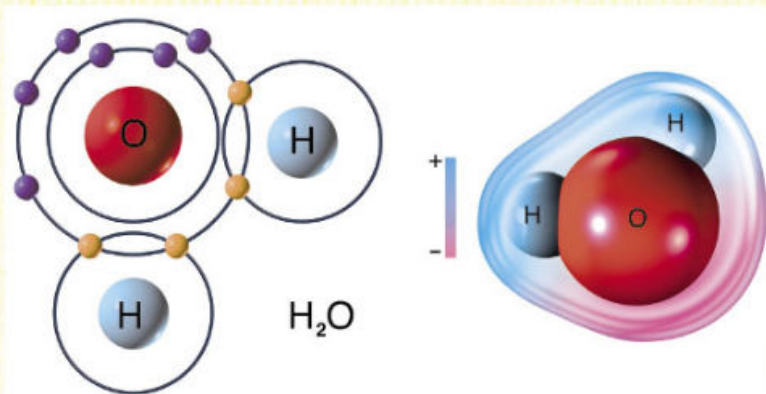
Las aportaciones de varios científicos, en los que se incluyen Pauling y Lewis, condujeron a la tercera revolución de la química, al dilucidar la manera en que se unen los átomos, gracias a lo cual se conoció a fondo el porqué de las distintas propiedades de los materiales que es posible obtener para la satisfacción de todo tipo de necesidades.



Figura 3.34 Hay ciertos láseres, los empleados en las cirugías oculares, que se elaboran con moléculas inestables de argón (Ar), criptón (Kr) y xenón (Xe₂).

Desarrolla tu pensamiento científico

1. Investiga qué otras contribuciones a la química o a otras áreas de la ciencia hicieron Lewis y Pauling.
2. Busca información acerca de los gases nobles (figura 3.34) y explica lo siguiente.
 - » ¿Por qué se les llama "gases nobles"? ¿por qué se les conoce también como "gases inertes"?
 - » Recientemente se ha reportado que se han creado algunos compuestos con gases nobles, ¿cómo es esto posible?
 - » ¿Qué usos potenciales tienen estos compuestos?
 - » Con base en las dos preguntas anteriores, ¿consideras que la química es una ciencia inacabada?, ¿en qué te basas para argumentarlo?
3. Observa el siguiente modelo y, a partir de él, haz lo que se te pide.



- Representa la reacción para la formación de esta molécula con estructuras de Lewis.
- Menciona a qué gases nobles se asemejan los átomos que la forman una vez que se han unido.
- Calcula la diferencia de electronegatividades y determina el tipo de enlace que se forma entre los átomos que constituyen dicha molécula.

APRENDIZAJES ESPERADOS. Compara la escala astronómica y la microscópica considerando la escala humana como punto de referencia. Relaciona la masa de las sustancias con el mol para determinar la cantidad de sustancia.

Comenzamos

Una noche, Jorge estaba recostado en el jardín de su casa observando las estrellas. "Qué chiquitas se ven —pensó—, pareciera que sólo me bastaría con extender la mano para tomar una y guardármela en el bolsillo. ¿De qué tamaño serán realmente?, ¿por qué las veo tan pequeñas?, ¿a qué distancia estaré de ellas?, ¿cómo se verán de cerca?..."

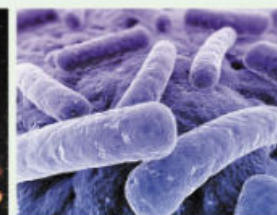
1. Observa las imágenes y luego responde.



Pirámide de Kukulcán



Galaxia NGC 4214



Bacteria



ADN



Perro y gato



Frutas



Agujero negro



Planeta Venus



Neuronas

- » ¿Crees que todo lo que aparece representado en las fotografías es susceptible de ser medido?, ¿cómo?
- » ¿Utilizarías algún instrumento de medición u observación?, ¿ocuparías uno solo o tendrían que ser varios?, ¿cuáles?
- » En función de lo que has aprendido hasta ahora, ¿qué unidades emplearías en cada caso?
- » ¿Las estrellas son del mismo tamaño que como las vemos?, ¿por qué?, ¿cómo se medirá la distancia de aquí a las estrellas?

conect@mos

En estos sitios encontrarás información acerca de los compuestos formados por los gases nobles:

<http://www.redir.mx/SQC-180a>

<http://www.redir.mx/SQC-180b>

Aprendemos

Medir o contar objetos en **escala humana** ahora nos resulta relativamente fácil y para ello utilizamos magnitudes fundamentales como la longitud, la masa y el tiempo. Sin embargo, no siempre fue así, pues en la antigüedad cada país tenía sus propias unidades, como el codo, la vara o la brazada.

Fue apenas en 1799 cuando se creó el **Sistema Internacional de Unidades (SI)** en Francia, el cual consta de siete unidades básicas (fundamentales) que expresan magnitudes físicas. A partir de éstas se determinan las demás (derivadas) (**cuadro 3.6**).

Cuadro 3.6 Unidades básicas en el SI		
Magnitud	Unidad	Símbolo
longitud	metro	m
tiempo	segundo	s
masa	kilogramo	kg
intensidad de corriente eléctrica	amperio	A
temperatura	kelvin	K
cantidad de sustancia	mol	mol
intensidad luminosa	candela	cd

Así, las personas empezaron a ponerse de acuerdo a la hora de medir y, por ejemplo, un kilogramo empezó a ser la misma cantidad, independientemente de si era de naranjas, frijoles o azúcar.

Sin embargo, hay otras unidades que son más apropiadas para cada caso y profesión. Nuestros sentidos e instrumentos disponibles para medir empezaron a ser insuficientes cuando el avance de las ciencias puso sus objetivos en el cielo y empezaron a hacerse preguntas

acerca de los cuerpos celestes, y cuando en el mundo de lo muy pequeño hubo necesidad de ver y medir partículas y organismos que escapan a nuestra visión.

Por ejemplo, con unidades como el centímetro, el metro y el kilómetro, un astrónomo no sería capaz de hacer mediciones tan grandes como las que hace de forma cotidiana, pues le sería poco práctico; por ello emplea escalas macroscópicas como la **unidad astronómica (UA)**, que equivale a 150 millones de kilómetros (**figura 3.35**).

Para medir la distancia a las estrellas se usa el **año luz**, que equivale al recorrido de la luz en un año (la velocidad de las ondas luminosas es de 300 000 km/s). El año luz corresponde a 9 460 000 000 000 km, y el **parsec**, una unidad de longitud empleada por los astrónomos profesionales, equivale a 3.26 años luz. Hablamos, entonces, de la **escala astronómica**, utilizada para hacer mediciones enormes que, como te habrás dado cuenta, es muy distinta a las escalas cotidianas (**figura 3.36**).



Figura 3.36 El Sistema Solar presenta transformaciones a lo largo del tiempo; sus relaciones de distancia, volumen y masa, entre otras, son estudiadas por los astrónomos para comprender su enorme complejidad.

Figura 3.35 En los observatorios astronómicos se hacen mediciones macroscópicas con ayuda de potentes telescopios que aumentan la capacidad de la vista humana.

En el otro extremo se encuentra la **escala microscópica**, usada por físicos, químicos y biólogos para medir el tamaño de una bacteria o del cristal de una sustancia. Entre las unidades de longitud que utilizan cotidianamente están el **micrómetro (μm)**, que es la millonésima parte de un metro, y el **nanómetro (nm)** que es un mil millonésimo de metro.

También en la escala microscópica se manejan cantidades muy grandes. Por ejemplo, en una barra de hierro de 20 g hay 215 704 000 000 000 000 000 000 átomos de este elemento.

La medición de lo muy pequeño requiere escalas adecuadas y métodos ingeniosos que den certeza a los datos obtenidos para explicar, por ejemplo, el comportamiento de moléculas y átomos (**figura 3.37**).



Figura 3.37 Con los microscopios electrónicos modernos se ven y se miden objetos en escala submicroscópica.

La nanotecnología: la ciencia que se agiganta

El físico estadounidense ganador del Premio Nobel de Física en 1965, Richard Feynman (1918-1988), fue el primero en mencionar las posibilidades de la nanotecnología y la nanociencia en un discurso titulado "En el fondo hay espacio de sobra" (1959).

No obstante, fue cuando aparecieron la microscopía de efecto túnel (1981) y la de fuerza atómica (1986) que se hizo posible, primero, observar los materiales a escala atómica y, después, manipular átomos individuales. Nació una nueva ciencia, la nanotecnología, con la que se podría conocer a fondo la materia y su comportamiento. Los inventores del microscopio de efecto túnel, el físico alemán Gerd Binnig (1947) y el suizo Heinrich Rohrer (1933-2013), ganaron por eso el Premio Nobel de Física en 1986.

La **nanotecnología** incluye el diseño, la creación, la manipulación y la aplicación de materiales, aparatos y sistemas funcionales al estudio de fenómenos y propiedades a **nanoescala** de la materia. Cuando ésta se manipula a escala tan minúscula, se comporta de distinta manera a como conocemos; por tanto, los científicos utilizan la nanotecnología para crear materiales, aparatos y sistemas novedosos con propiedades únicas.

En la lista de las disciplinas en las que es posible encontrar campos de aplicación de la nanotecnología están la química, la bioquímica, la biología molecular, la física, la electrónica, la informática, la medicina, la ingeniería, etcétera. Un ejemplo es el estudio de los **nanotubos**.

Éstos son estructuras tubulares con un diámetro de unos 2 nm y una longitud de hasta 10^5 nm. Hay nanotubos de diversos materiales, como el silicio y el carbono. Una de sus características, que los hace potencialmente útiles en muchos campos, es su comportamiento eléctrico, pues son capaces de actuar como semiconductores, conductores y superconductores (**figura 3.38**).

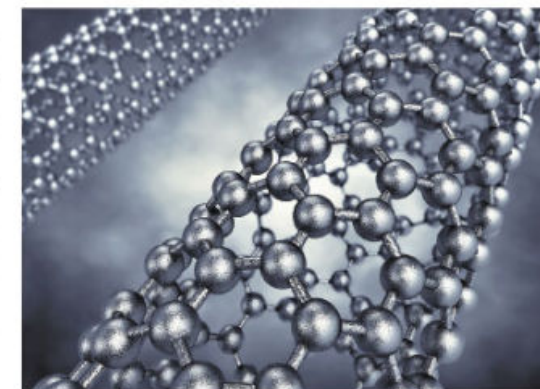


Figura 3.38 Modelo de nanotubos de carbono. Cada esfera es un átomo de dicho elemento.

Notación científica

Trabajar con números tan grandes y tan pequeños resulta complicado. Afortunadamente existe la **notación científica**, la cual se utiliza para expresarlos con más facilidad.

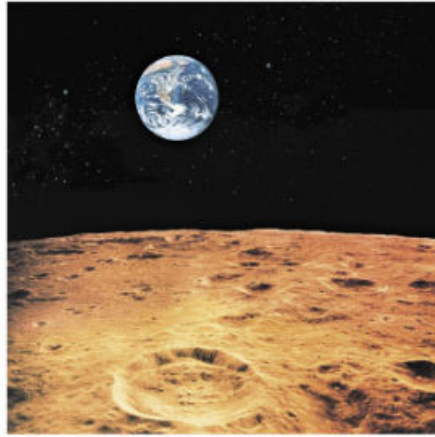


Figura 3.39 La distancia media entre la Luna y la Tierra es de 384 400 000 m, lo que se expresa como 3.844×10^8 m.

Luna y la Tierra (figura 3.39):

$$384\,400\,000 = 3.844 \times (1 \times 10^8) = 3.844 \times 10^8$$

Para determinar la potencia debes hacer lo siguiente: anota un punto después del primer número de izquierda a derecha (en este caso, el 3); luego cuenta el número de dígitos que hay después del punto (en el ejemplo son ocho) y escríbelo como la potencia o exponente del 10. En el ejemplo es 10^8 .

Para expresarlo en notación científica debes efectuar lo siguiente: escribe los números ubicados antes y después del punto decimal que no sean cero y multiplícalos por el diez elevado a la potencia encontrada. De acuerdo con el ejemplo es 3.844×10^8

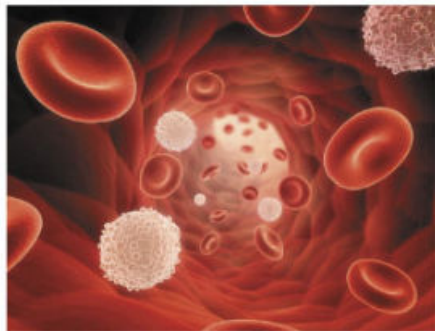


Figura 3.40 El diámetro de un glóbulo rojo es de 0.0000075 m, que expresado en notación científica es 7.5×10^{-6} m.

Se cuenta el número de posiciones que se recorrió y este número se coloca como exponente del 10, pero con signo negativo. Recuerda que 0.0003 es igual a .0003. Es decir, no consideres el cero a la izquierda del punto decimal. Veamos otro ejemplo:

$$0.0000455 = 4.55 \times 10^{-5}$$

El primer número distinto de cero a la derecha del punto decimal es 4, después de éste se coloca punto y queda 4.55. Los lugares que se recorrió el punto de izquierda a derecha son cinco. Éste, con signo negativo, será el exponente (para el ejemplo es -5). Luego se escribe la cantidad (4.55) multiplicada por 10 elevado a la potencia negativa (-5).

La notación científica es práctica porque ayuda a multiplicar y dividir fácilmente números muy grandes o muy pequeños. Ten en mente que, para multiplicar cantidades en notación científica, los exponentes se suman; para dividir, se restan.

Para saber más

Nota que el inverso de 10^3 es 10^{-3} , y viceversa:

$$\begin{aligned} 1/10^3 &= 10^{-3} \\ 1/10^{-3} &= 10^3 \end{aligned}$$

Como recordarás de tu curso de Matemáticas, cualquier potencia positiva de 10 se puede escribir como un 1 seguido de n ceros y como 10^n . Por ejemplo:

$$1 = 10^0$$

$$10 = 10^1$$

$$100 = 10^2$$

$$1\,000 = 10^3$$

$$10\,000 = 10^4$$

Es posible utilizar las **potencias positivas de diez** para representar números muy grandes, como la distancia media entre la

Desarrolla tu pensamiento científico

1. Contesta las preguntas.
 - » ¿Por qué se dice que los instrumentos de medición y observación potencian los sentidos humanos?
 - » ¿Cuáles son las principales diferencias entre las escalas humana, astronómica y microscópica?
2. Investiga y escribe en notación científica lo siguiente.
 - » El diámetro de un eritrocito.
 - » La masa de un protón.
 - » El diámetro de la Vía Láctea.
 - » El diámetro de Saturno.
 - » El tamaño del virus de la influenza.
 - » La masa de la Tierra.
3. Averigua qué aplicaciones tiene en la actualidad la nanotecnología y sus posibilidades a futuro.
 - Elabora un boletín en el que informes lo que investigaste.
4. Lee la información y contesta.

Una de las maravillas más sofisticadas y útiles diseñadas por la humanidad orbita sobre la atmósfera terrestre a 593 km de la Tierra. Se trata del telescopio espacial Hubble (figura 3.41). Este instrumento nos ha mostrado la majestuosidad sideral como nunca antes habíamos tenido oportunidad de hacerlo.

 - » ¿Cuál es la importancia de este telescopio para las investigaciones en escala astronómica?



Figura 3.41 Con el telescopio espacial Hubble se han observado aproximadamente un millón de objetos. En comparación, el ojo humano tan sólo es capaz de distinguir 6 000 estrellas a simple vista.

Aproximación al conocimiento científico

¿Cuál es la unidad más pequeña que se consigue marcar con la punta de un lápiz? Averigüenlo con esta actividad.

Material: ¿qué necesitamos?

Cinta métrica, tira de papel de 1 m de largo por 1 cm de ancho, lápiz o lapicero con punta muy delgada y tijeras.

Desarrollo: ¿qué hacemos?

1. Dividan en 10 partes iguales la tira de papel para tener 10 decímetros.
2. Corten con las tijeras 1 decímetro. Se tiene $1/10$ m = 0.1 m = 1 dm.
3. Dividan el decímetro en 10 partes iguales. Se tienen 10 centímetros. $1/10$ dm = 0.1 dm = 0.01 m = 1 cm.
4. Dividan el centímetro en 10 partes iguales. Se tienen 10 milímetros.

5. Corten con las tijeras un milímetro.

6. Dividan el milímetro en 10 partes iguales, ¿es posible? Después, intenten cortarlo en 10 partes iguales.

Análisis de resultados: ¿qué concluimos?

Anoten sus resultados en su cuaderno. Luego, contesten las preguntas.

- » ¿Utilizarían una cinta métrica de 1 mm para medir su cuerpo?, ¿por qué?
- » ¿Qué cinta utilizarían para medir el tamaño de un átomo?
- » ¿Cuál sería el fragmento más pequeño que obtendrían cortando la tira de papel?

La cantidad de sustancia: el mol

El **mol** es la unidad que se utiliza para medir la cantidad de sustancia. En 1971 fue incluido como una unidad fundamental más en el **SI**, y se le definió como la cantidad de materia que hay en tantas entidades elementales como átomos hay en 0.012 kg del isótopo carbono-12, cuya cantidad resultó ser, precisamente, 6.023×10^{23} átomos. Al decir "entidades" nos referimos a átomos, iones, moléculas o cualquier otro objeto.

Así como en la escala humana el término *docena* se refiere al número 12, "kilo" se refiere a 1 000 y "gruesa" a 144, el "mol" representa un número que es utilizado en la escala microscópica, a saber, 6.023×10^{23} ; ¡se trata de una cantidad enorme! (figura 3.42). A este número tan grande se le conoce como **número de Avogadro**.

El concepto **mol** fue utilizado por primera vez por el físico y químico alemán Wilhelm Ostwald (1853-1932), quien tomó la palabra del latín *moles*, que significa "montón", y que él utilizó para referirse

a una gran cantidad de moléculas o átomos.

Para darte una idea de lo grande del número de Avogadro, imagina que con una docena de huevos harías un rico desayuno para varias personas, pero con un mol de huevos llenarías todos los cuerpos de agua de la Tierra más de 30 millones de veces.

Cuando empleamos el mol como unidad, es necesario especificar las entidades elementales a las que nos referimos: átomos, moléculas, iones, electrones u otras partículas o grupos específicos de éstas. Por ejemplo:

Un mol de zapatos son 6.023×10^{23} zapatos

Un mol de tortillas son 6.023×10^{23} tortillas

Un mol de electrones son 6.023×10^{23} electrones

Un mol de neutrones son 6.023×10^{23} neutrones

Si tienes una docena de canicas de vidrio, una docena de pelotas de goma y una docena de esferas de unicel, el número de canicas, pelotas y esferas es el mismo, pero no pesan igual.

¿Ocurrirá lo mismo con los moles? En efecto, el mol es una unidad que no pesa lo mismo en cada caso pues, ya que se basa en un conteo de entidades, la cantidad de masa total dependerá de cuánta masa tenga cada una.

Por ejemplo, un mol de helio (He) tiene 4 g de masa, mientras que un mol de cloruro de sodio (NaCl) tiene una masa de 58.44 g. Sin embargo, ambos moles, el del helio y el del cloruro de sodio, tienen exactamente el mismo número de entidades: 6.023×10^{23} .

El mol se utiliza cuando nos referimos a cantidades de átomos y moléculas, que son muy pequeños; tan sólo 100 gotas de agua contienen 1000 000 000 000 000 000 000 000 de moléculas de agua. En vez de esto, es más fácil usar el mol; en este caso, 100 gotas de agua tienen 0.4 moles de moléculas.



Figura 3.42

a) 6.023×10^{23} pelotas de béisbol cubrirían toda la Tierra hasta una altura mayor a 160 kilómetros.

b) Con 6.023×10^{23} tortillas se cubriría el territorio nacional hasta una altura de 53 000 kilómetros.

c) Una pila de papel que tuviera 6.023×10^{23} hojas cubriría la distancia de la Tierra al Sol varias veces.



Aproximación al conocimiento científico

Para entender el concepto de *mol*, se pueden hacer analogías. A continuación trabajarán con una unidad ficticia: el xol.

Material: ¿qué necesitamos?

1 taza de frijoles, 1 taza de garbanzos, 1 taza de granos de maíz, 1 taza de lentejas, balanza granataria, 8 recipientes pequeños.

Desarrollo: ¿qué hacemos?

1. Con la balanza, midan la masa de 40 semillas de frijol, 40 de garbanzo, 40 de maíz palomero y 40 de lentejas. Colóquenlas en cuatro recipientes separados (figura 3.43).
2. Registren en una tabla los valores que obtuvieron. Esta unidad de 40 elementos será el *xol*. Por tanto, los recipientes tienen un xol de frijol, un xol de garbanzos, un xol de maíz y un xol de lentejas.
3. Con ayuda de la balanza, y sin contar las semillas, pongan en los otros cuatro recipientes 3.5 xoles de frijoles, 0.5 xoles de garbanzos, 2 xoles de lentejas y 5 xoles de maíz.
4. Ahora sí, cuenten el número de semillas de cada xol y registren los datos.

Análisis de resultados: ¿qué concluimos?

Anoten sus datos en una tabla como la siguiente. Contesten luego las preguntas.

Semilla	Xoles	Masa (g)	Masa de 1 xol
frijol	3.5		
garbanzo	0.5		
maíz	5.0		
lenteja	2.0		

- » ¿Cuántas semillas de frijol hay en 3.5 xoles de frijol, cuántas de garbanzo en 0.5 xol de garbanzo y cuántas en 5 xoles de maíz?
- » ¿Difiere el número de granos calculados con los obtenidos experimentalmente? ¿A qué creen que se deba lo anterior?
- » ¿Cuáles son las diferencias y similitudes entre un xol y un mol?
- » ¿Consideran que ésta es una forma indirecta de contar cosas pequeñas? Argumenten su respuesta.



Figura 3.43 Un xol de frijol, maíz palomero, lenteja y garbanzo.

Relación de la masa de las sustancias con el mol

Como ya sabes, el mol se utiliza para contar cosas pequeñas que existen en cantidades muy grandes, como los átomos o las moléculas. Dado que es imposible medir la masa de un átomo con una balanza, lo que se hace es medir la **masa de un mol de átomos** (6.023×10^{23} átomos), esto es, el mol nos posibilita contar partículas de modo indirecto. Sin embargo, para saber la masa de un mol de átomos, es necesario saber la especie de éstos: ¿son de cobre, de oro o de aluminio?

Lo anterior sería algo parecido a querer saber cuál es la masa de media docena. Se debe saber qué objetos componen esa media docena, pues la respuesta será diferente si se trata de granos de maíz, pelotas de unicel, naranjas o nueces.

Veamos un ejemplo para que entiendas mejor esto; considera que una lenteja tiene una masa promedio de 0.5 g. Si necesitaras tener exactamente 1500 lentejas, ¿qué sería más práctico?, ¿contar las lentejas una por una hasta llegar a 1500, o multiplicar 0.5 por 1500 y luego pesar la cantidad resultante?

Un **mol de átomos** de cualquier elemento contiene 6.023×10^{23} entidades, y su masa, denominada **masa molar**, está dada por la masa atómica expresada en gramos sobre mol (g/mol) (figura 3.44). Revisa en el cuadro 3.7 la relación entre las masas atómica y molar.



Carbono
1 mol = 12.01 gramos



Helio
1 mol = 4.00 gramos

Figura 3.44 La masa de un mol de átomos de carbono no será igual a la masa de un mol de átomos de helio, aunque en los dos casos se tenga el mismo número de átomos.

Cuadro 3.7 Masas atómica y molar de algunos elementos

Elemento	Símbolo	Masa de un átomo (uma)	Masa de un mol (g/mol)
cobre	Cu	63.5	63.5
carbono	C	35.5	35.5
oro	Au	196.9	196.9
azufre	S	32.0	32.0
sodio	Na	23	23
neón	Ne	20.18	20.18

¿Qué sucede cuando se quiere saber la masa de un **mol de moléculas** de alguna sustancia en particular?

Para calcular la **masa molar molecular** de cualquier compuesto es necesario saber su fórmula química. Por ejemplo, si queremos conocer la masa molar de una molécula de ácido sulfúrico (H_2SO_4), se analiza su fórmula.

En una molécula de dicho ácido hay dos átomos de hidrógeno (H), uno de azufre (S) y cuatro de oxígeno (O).

Elemento	Masa molar por elemento	Átomos por molécula	Total
hidrógeno	1.0 g/mol	$\times 2 =$	2.0 g/mol
azufre	32.0 g/mol	$\times 1 =$	32.0 g/mol
oxígeno	16.0 g/mol	$\times 4 =$	64.0 g/mol
Masa molar del H_2SO_4			98.0 g/mol

Con estos datos también es posible calcular el número de átomos de hidrógeno, azufre y oxígeno que hay en un mol de ácido sulfúrico.

$$\text{Hidrógeno: } 2 \times (6.023 \times 10^{23}) = 12.04 \times 10^{23} \text{ átomos de hidrógeno}$$

$$\text{Azufre: } 1 \times (6.023 \times 10^{23}) = 6.02 \times 10^{23} \text{ átomos de azufre}$$

$$\text{Oxígeno: } 4 \times (6.023 \times 10^{23}) = 24.08 \times 10^{23} \text{ átomos de oxígeno}$$

De igual manera, 1 mol de ácido sulfúrico contiene 6.02×10^{23} moléculas. Es importante que tengas esto en claro: el número de partículas de un mol de un compuesto *no* es la suma de las partículas de un mol de cada elemento que lo constituyen.

Cuando se calcula la cantidad de reactivos que hay que utilizar en una reacción hay que considerar que existe una relación entre el número de moles y la masa. Por ejemplo, si un mol de oxígeno tiene una masa de 32 g y 6.023×10^{23} moléculas, 1/2 mol tendrá una masa de 16 g y 3.01×10^{23} moléculas, así como 1/4 de mol tendrá una masa de 8 g y 1.505×10^{23} moléculas. De manera similar, dos moles pesarán 64 g y contendrán 1.204×10^{24} moléculas.

El cálculo de las masas moleculares de las sustancias es fundamental para el desarrollo de la química, pues es la conexión entre las masas que es posible medir y el número de entidades elementales que manejamos en las reacciones químicas, imposible de contar directamente (figura 3.45).



Figura 3.45 No confundas una molécula con un mol. El frasco de la fotografía contiene más de 600 mil trillones de moléculas de azúcar de mesa (sacarosa).

Desarrolla tu pensamiento científico

- Responde los siguientes planteamientos.
 - Calcula los moles que hay en 6866.3 g de ácido sulfúrico (H_2SO_4).
 - En la cantidad anterior, ¿cuántos moles de hidrógeno, azufre y oxígeno hay?
 - Si en un laboratorio hay 300 moles de plomo y 300 moles de plata, ¿en cuál de los dos casos la masa es mayor? Argumenta tu respuesta haciendo los cálculos necesarios.
 - Si entre la población mexicana se repartieran 6.02×10^{23} pesos, ¿cuánto dinero le tocaría a cada persona? ¿Cuánto dinero tendría que gastar cada habitante por hora para acabarse su fortuna si consideras la esperanza de vida de los mexicanos (70 años)? Considera que en el último censo de población (en 2010) se estimó una cantidad de 112 322 757 habitantes.
- Calcula la masa de los moles de las siguientes sustancias, así como el número de átomos que contienen. Completa el cuadro.

Nombre	Fórmula	Número de moles	Masa molar (g/mol)	Átomos
berilio		3.0		
magnesio		1.0		
agua		6.0		
sulfuro de litio	Li_2S	2.0		
metano		7.0		
óxido de aluminio	Al_2O_3	1.0		
hidróxido de sodio	NaOH	5.0		
cloruro de potasio		0.3		
	O_2	0.1		
sacarosa		1.5		
ácido fosfórico	H_3PO_4	0.01		

Integramos

Las escalas se adecuan a las necesidades para las que se construyen; la escala macroscópica se utiliza para trabajar con objetos que son visibles por nuestros ojos; dentro de ésta se incluye la escala astronómica, que se vale de cantidades extremadamente grandes, como las que se manejan en el estudio del cosmos. La escala microscópica, por su parte, es útil para trabajar con cantidades muy pequeñas, como las que se emplean en química y biología celular.

Ambas escalas han servido a la humanidad para percibir, medir y estudiar, por medio de instrumentos como el telescopio y el microscopio, más allá de lo que le hubieran alcanzado sus sentidos. Asimismo, los dos tipos de escala requieren sus propias unidades de medición (con prefijos) y utilizan la notación científica para simplificar la escritura, la lectura y los cálculos de cantidades muy grandes o muy pequeñas.



Para que practiques los cálculos con la unidad de cantidad de materia (mol), acude a esta página: <http://www.redir.mx/SQC-189>.

Figura 3.46 En los laboratorios no es posible contar partículas, pero sí medir la masa equivalente de cierta cantidad de moles en gramos.



El mol es una unidad muy relevante en química y otras ciencias, porque con él se llevan a cabo los cálculos necesarios para conocer las cantidades de las sustancias que participan en las reacciones, datos imprescindibles para la industria química y los laboratorios de investigación (figura 3.46).

El concepto de mol ha ido evolucionando, refiriéndose, por una parte, a una porción de sustancia, por otra, a una unidad de masa, y por último, a un número de partículas.

El mol es la unidad que relaciona el microcosmos con la escala humana al permitir contar partículas de manera indirecta a partir de la medición de la masa con una balanza.

Desarrolla tu pensamiento científico

- Investiga en distintas fuentes de información cuál es el estado de la nanotecnología en México y en el mundo.
 - » ¿En qué universidades, centros de investigación y empresas se están desarrollando proyectos al respecto? ¿Cuáles de éstos te parecen interesantes? ¿Por qué?
- Indaga en distintas fuentes de información qué instrumentos de medición se utilizan en la escala humana para potenciar los sentidos. Piensa en hospitales, la industria, los deportes, etcétera.
- Haz los siguientes cálculos y contesta.
 - » ¿Cuántos átomos de hierro (Fe) hay en 0.1 g?
 - » ¿Cuál es la masa de un átomo de dicho elemento?
 - » Si un clavo de hierro pesa 10 g, ¿cuántos moles tiene?
 - » Un experimento indica que, para obtener 360 g de óxido de hierro (II) (FeO), se debe hacer reaccionar 3 moles de hierro con 1.5 moles de oxígeno, ¿cuántos gramos de cada reactivo se deben agregar?
- En equipos, diseñen un experimento para obtener 1 mol de hierro, 1 mol de carbono, 2 moles de cloruro de sodio y 5 moles de agua.
 - » ¿Qué materiales necesitan?
 - » ¿Cuál sería el procedimiento?
 - » Anoten todas sus observaciones y conclusiones.
 - » Discutan sus planteamientos con otros equipos y con su profesor para saber si deben mejorar su diseño. Si tienen dudas, acudan a su profesor para que las aclare.
- Piensa en un experimento para saber cuántos moles de aluminio hay en una lata de refresco. Si te es posible, llévalo a cabo.
- Regresa al apartado "Comenzamos" y responde de nuevo las preguntas. ¿Observas algún cambio? ¿Qué aprendiste?

Ahora tú explora, experimenta y actúa. Integración y aplicación

APRENDIZAJES ESPERADOS. Selecciona hechos y conocimientos para planear la explicación de fenómenos químicos que respondan a interrogantes o resolver situaciones problemáticas referentes a la transformación de los materiales. Sistematiza la información de su investigación con el fin de que elabore conclusiones, a partir de gráficas, experimentos y modelos. Comunica los resultados de su proyecto de diversas maneras, utilizando el lenguaje químico, y propone alternativas de solución a los problemas planteados. Evalúa procesos y productos de su proyecto y considera la efectividad y el costo de los procesos químicos investigados.

Han culminado el estudio de un bloque más. Lo que ahora sigue es diseñar su tercer proyecto. Es un buen momento para considerar si quieren formar un nuevo equipo o si es su deseo seguir trabajando con los mismos compañeros.

Propuestas de actividades para la fase 1

- Reúnete con tu equipo para leer y comentar los siguientes textos.

El arte de hacer jabones

Entrevista a Mercedes Moreno, química y empresaria.

—**Detrás de cada jabón hay mucha investigación, ¿verdad?**

—Sí, sí, por supuesto. Hasta conseguir una fórmula que me guste hago muchos ensayos. Además, con el conocimiento que tengo de plantas y de química pretendo conseguir un jabón que no sea el típico que uno encuentra en cualquier tienda, sino que sea algo más.

—**¿Qué propiedades tiene para la piel el jabón de castilla, solamente elaborado con aceite de oliva?**

— En realidad el jabón hecho exclusivamente con aceite de oliva extra virgen no tiene truco, al revés, es el más sencillo de todos. Le llamo *el rey de los jabones* porque lo tiene todo. Con él conseguimos mantener la hidratación natural de la piel formando una especie de barrera protectora. Hay otro jabón con similares características: el elaborado con manteca de carité. Pero el más protector, sin duda alguna, es el que realizo con aceite de oliva extra virgen. Me ha abierto las puertas a otro mundo que acabo de descubrir.

—**¿Qué ventajas tiene el jabón de castilla, elaborado con aceite de oliva?**

—Este jabón es para todo tipo de piel y personas. Su principal característica es que mantiene la protección natural de la piel. Limpia pero no te daña. Aporta mucha hidratación por la glicerina que contiene el propio jabón.

—**¿Qué productos lleva un jabón en su composición?**

—El jabón es una sal sódica formada por sosa y aceite (figura 3.47). Cuando haces reaccionar esos dos componentes se produce la **saponificación**, que da lugar al jabón y otro subproducto que es la glicerina. Por eso, con los jabones naturales, al dejarlos en la jabonera, comprobamos que se forma a su alrededor una especie de gelatina que no es más que la glicerina.



Figura 3.47 En la actualidad, muchos jabones vuelven a fabricarse de manera artesanal a partir de sosa y diversos aceites vegetales.

Proyecto

BLOQUE 3

INICIO

Fase 1

- ¿Cuál es el jabón más raro que ha hecho?
- Quizá el jabón de ginseng por la combinación que tiene de aceites y de extractos. Es un jabón diferente. También tenemos otro jabón, con una combinación muy especial, de menta y chocolate. La menta fomenta la creatividad, es un aroma que levanta un poquito el ánimo, activa a las personas.
- ¿Y el de avena?
- Es útil para temas de descamaciones y pieles secas. La ventaja de este producto es que está combinado con germen de trigo, que también es nutritivo. Todas las combinaciones van enfocadas a lo mismo: la nutrición de la piel.

Tomado de Nieves Herrero, "Mercedes Moreno: 'El jabón de aceite de oliva virgen extra es el rey de los jabones'", en *La Voz Libre*, 27 de junio de 2013, disponible en <http://www.lavozlibre.com/noticias/ampliar/385664/mercedes-moreno-el-jabon-de-aceite-de-oliva-virgen-extra-es-el-rey-de-los-jabones> (Consulta: 9 de mayo de 2013).

El jabón de tocador

Antes de que el jabón se elaborara industrialmente, las personas utilizaban jabones naturales llamados **saponinas**, nombre derivado del latín *sapo* ("jabón").

En el México prehispánico, las saponinas eran conocidas como *amole* y se obtenían de muchas raíces y follajes de plantas, como la yuca y la jojoba, que tienen la propiedad de hacer espuma con el agua. Hoy, muchas comunidades rurales utilizan estas plantas para lavar la ropa y el cabello.

El proceso de obtención del jabón, ya sea industrial o artesanalmente, se basa en la reacción química de **saponificación**. Ésta consiste en hervir la grasa (animal o vegetal) y añadir lentamente sosa cáustica (hidróxido de sodio, NaOH), agitando la mezcla continuamente hasta que adquiera la consistencia de una pasta. Como productos de la reacción se tiene el jabón y la lejía residual, que contiene glicerina.

Los aceites están formados por moléculas alargadas de **ácidos grasos**. Éstas no se mezclan con el agua y, por ello, se les llama **hidrofóbicas** (que repelen el agua). Al mezclar la sosa cáustica con aceite y agua, la primera libera cationes de sodio (Na⁺) que se unen al extremo de los ácidos grasos. Así se crea una molécula de jabón asimétrica que, por una parte, repele el agua, pero, por otro lado, la atrae (hidrofílica).

En contacto con el agua, las moléculas de jabón se acomodan y forman diminutas esferas llamadas **micelas**, en las que la parte hidrofílica queda en la superficie y la parte hidrofóbica se esconde hacia dentro (figura 3.48). La grasa de las manchas es atraída al interior hidrofóbico de las micelas, y se ve separada de la superficie de la ropa o la piel. Así, se forma una emulsión de moléculas de grasa en el agua. Al enjuagar, la emulsión se va con ésta.

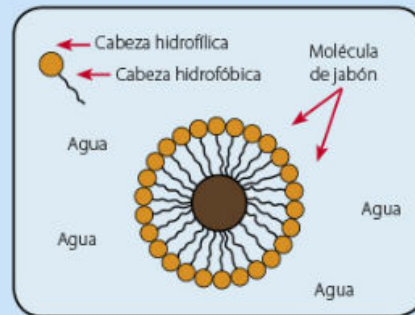


Figura 3.48 Esquema de la acción limpiadora del jabón. Observa que las moléculas rodean a la partícula de grasa.

En esta fase, recuerden que deben definir de manera general qué esperan indagar, para qué lo harán y cómo piensan lograrlo. Para ello, es necesario que propongan una serie de actividades que conviene organizar en un cronograma, en el cual especifiquen las responsabilidades de cada miembro del equipo y las fechas en las que han de ser terminadas.



Propuestas de actividades para la fase 2

1. Con base en los textos anteriores, comenten lo que más haya llamado su atención y qué saben acerca de los jabones, su fabricación y sus costos.
2. Decidan el tipo de proyecto en el que participarán (científico, tecnológico o ciudadano). Después, con base en el tema que eligieron, revisen lo que saben y cómo se relaciona con los contenidos de este bloque.
3. Con base en la pregunta guía que escogieron, delimiten el problema, así como su posible solución. Procuren responder estas preguntas:

- » ¿Qué queremos hacer?
- » ¿Por dónde debemos empezar?
- » ¿Es necesario algún experimento?
- » ¿Qué recursos humanos, materiales y económicos requerimos para hacer el proyecto? (figura 3.49)
- » ¿Cómo registraremos y analizaremos los resultados?
- » ¿Cómo comunicaremos los resultados y las conclusiones para que resulten atractivos?



Figura 3.49 En la actualidad, para elaborar jabones se emplea una amplia gama de especias, hierbas y flores.

- Tengan en mente que, después de la pregunta inicial, la cual funciona como detonante para el proyecto, probablemente surgirán otras que deberán ir respondiendo para que éste vaya tomando forma.
4. En seguida hay algunas preguntas a considerar, además de las que se les ocurran a ustedes para enriquecer su trabajo que, en este caso particular, puede tratarse de un proyecto tecnológico. Sin embargo, si son otros sus intereses y deciden resolver un problema distinto al sugerido, ¡adelante!, infórmenlo a su profesor, quien les comentará si es pertinente.
 - » ¿Por qué los jabones fueron adquiriendo importancia a lo largo del tiempo?
 - » ¿Cada jabón se prepara de manera distinta según sus ingredientes?
 - » ¿Cómo influye la sociedad en el precio de los jabones?, ¿qué papel desempeña en esto la publicidad?
 - » ¿Contamina el ambiente usar jabones?, ¿cómo?
 - » ¿Las empresas productoras de jabón hacen pruebas dermatológicas antes de lanzar sus productos al mercado?, ¿cómo las hacen?, ¿están de acuerdo con esas prácticas?, ¿por qué?
 - » ¿Qué diferencia hay entre los jabones y los detergentes?
 - » ¿Cómo se prepara el jabón artesanal?
 - » ¿Qué acciones es posible llevar a cabo para lograr un consumo sustentable de jabones y detergentes?

En esta etapa llevarán a cabo las actividades que planearon. Procuren consultar a su profesor siempre que sea necesario e informarle acerca de los avances; registren la información que obtengan.

En caso de que hayan decidido hacer un experimento, presenten a su profesor la lista de materiales y el procedimiento que emplearán para que en todo momento los supervise y les haga recomendaciones referentes a la seguridad que deben tener al manejar y des- echar las sustancias.

Propuestas de actividades para la fase 3

1. Busquen información en libros, enciclopedias e internet referente a cómo elaborar jabones artesanales, ya sean líquidos, cremosos o en pasta.
2. Entrevisten a familiares y amigos para saber qué jabones son de su preferencia y en qué criterios se basan para comprarlos.
3. Consulten precios de distintos jabones, desde los más sencillos hasta los que se consideran artículos de lujo, y compárenlos con el gasto que tienen planeado para la manufactura de los suyos.
4. Cuando lleven a cabo la actividad experimental, tengan mucho cuidado, pues manejarán hidróxido de sodio (una base que daña la piel y las mucosas), así como objetos calientes. No trabajen sin la protección adecuada: bata, guantes, gafas protectoras y la supervisión de un adulto.
5. Al terminar la fase experimental, dejen todo limpio y pongan a secar los jabones por varios días, para que adquieran una consistencia mejor. Al final, envuélvanlos con una película plástica o con papel estraza.

Ésta es la fase en la que deben dar a conocer a otras personas los resultados de su investigación y de las actividades experimentales propuestas, así como las conclusiones que obtuvieron. En ella deben participar todos los integrantes del equipo y es importante que todos dominen la información conseguida. Es aconsejable que utilicen un cuadro de seguimiento en el cual anoten qué es lo que dirá cada quien, así como el tiempo aproximado de exposición individual y del equipo en total.

Propuestas de actividades para la fase 4

1. Una manera de presentar su producto final es una feria de jabones. Pidan permiso en la dirección de su escuela para que ésta se lleve a cabo en el patio. Inviten con anticipación a familiares, amigos y vecinos, para que asistan a su exposición. Monten los stands desde un día antes, en un espacio en el que la gente pueda moverse fácilmente para que observen lo que les resulte más interesante.
2. Consideren llevar muestras de sus jabones y escribir en tarjetones sus propiedades.
3. Platiquen con su profesor acerca de la conveniencia de que un equipo (por lo menos) enseñe a los asistentes la tecnología utilizada para elaborar los jabones. Durante el desarrollo de dicha experiencia, su profesor deberá asistirlos en todo momento para asegurar de que todo salga conforme a lo planeado.

4. Durante la feria, expliquen a los asistentes cómo hicieron los jabones, las propiedades que tienen de acuerdo con sus ingredientes, el costo, las ventajas y las desventajas de hacerlo de manera artesanal, en comparación con los que se venden en las tiendas (figura 3.50).
5. Expliquen cómo actúa la mercadotecnia para aumentar la venta de los jabones, las pruebas que se siguen haciendo en animales y cómo contamina su empleo si no se consumen de forma responsable.



Figura 3.50 Expliquen claramente las cualidades de sus jabones y mencionen los ingredientes que se las confieren.

Evaluación

Para llevar a cabo la evaluación de su proyecto, tomen como referencia algunos comentarios hechos por los asistentes: ¿les gustó la exposición?, ¿por qué?, ¿les hicieron alguna recomendación en especial?, ¿cuál?, ¿se animarían a probar sus jabones?, ¿por qué?

Evalúen el trabajo en equipo. Para ello, reúnanse y comenten los problemas o dificultades que tuvieron, así como lo que aprendieron. Les recomendamos destacar los beneficios que les aportó el desarrollo del proyecto. Es importante reflexionar cómo a partir de este trabajo es posible que surjan algunas preguntas que más tarde servirían de base para nuevos proyectos de investigación, así como la forma en que estos conocimientos influyen en la vida diaria al compartirlos con sus familiares, amigos, compañeros del colegio y vecinos. Si desean seguir trabajando juntos, hagan una lista de las cosas que deben mejorar para la siguiente ocasión.

Finalmente, lleven a cabo una autoevaluación individual, usando las preguntas de este cuadro; procuren ser honestos para que sea válida.

Trabajo individual	Siempre	Algunas veces	Pocas veces	Nunca
¿Cooperé con mis compañeros de equipo?				
¿Fui participativo en las reuniones y actividades?				
¿Aporté ideas para enriquecer nuestro trabajo?				
¿Cumplí con mis tareas y responsabilidades dentro del equipo?				
¿Ayudé a quien me lo pidió aunque no fuera miembro de mi equipo?				
¿Participé en la resolución de desacuerdos o conflictos dentro de mi equipo?				
¿Me gustó trabajar en equipo?				

Muestran sus evaluaciones a su profesor, para recibir una retroalimentación que los ayude a mejorar su desempeño futuro.

Encuentren en la página de la Revista del Consumidor la tecnología para elaborar jabón líquido:

<http://www.redir.mx/SQC-195a>.

Aquí hallarán una manera distinta de hacer jabones:

<http://www.redir.mx/SQC-195b>.

Consulten el precio de distintos jabones en el portal de la Profeco:

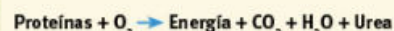
<http://www.redir.mx/SQC-195c>.

Comprueba tus competencias

Lee con detenimiento y contesta las preguntas.

Energía mínima

Los humanos, al igual que el resto de animales, obtenemos la energía sintetizando los nutrientes que ingerimos en la dieta. Para liberarla, se da una transformación química basada en las siguientes reacciones:



Tras la ingesta de alimentos comienza el proceso de digestión; así, éstos se transforman en sustancias más pequeñas que serán oxidadas y absorbidas para obtener energía, la cual se mide en kilocalorías. La energía mínima que necesita un organismo para funcionar se llama *tasa metabólica basal*.



Preguntas

1. ¿Qué factores hacen que se altere la tasa metabólica basal?
2. ¿Qué opinas de las dietas "infalibles" para adelgazar? ¿Qué riesgos suponen?
3. ¿De dónde crees que viene la expresión *quemar calorías*? ¿A qué se refiere realmente?
4. ¿Cuáles son los reactivos y cuáles los productos de las reacciones que se mencionan en el texto?
5. ¿A dónde van a dar el dióxido de carbono y el agua que se producen en dichas reacciones?

El mol

La palabra *mol* se deriva del latín *moles*, que significa "una masa". *Molécula* es el diminutivo de dicho vocablo y significa "una masa pequeña". El número de partículas que existen en un mol (llamado *número de Avogadro*) de cualquier sustancia lo expresamos, en notación científica, como 6.023×10^{23} .

Sin embargo, esta manera de expresarlo, aun siendo correcta desde el punto de vista matemático, nos impide muchas veces darnos cuenta de la inmensidad de las cantidades que manejamos y su significado; a título de ejemplo, mencionemos que el número de Avogadro es tan grande que, si echáramos un vaso de agua en cualquier parte de un océano y supusiésemos que al cabo de unos años el agua de todos ellos se ha removido suficientemente, en cualquier sitio del mundo que tomásemos otro vaso de agua, éste contendría 1 000 moléculas del vaso de agua original.

Adaptado de "Concepto de mol", en Profesor en Línea [en línea], sin fecha, disponible en <http://www.redir.mx/SQC-196> (Consulta: 3 de julio de 2016)



Preguntas

1. ¿Por qué supones que surgió la necesidad de crear una unidad para medir la cantidad de sustancia?
2. En química, ¿qué resulta más práctico, contar partículas o medir su masa? ¿Por qué?
3. En la reacción $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$, ¿por qué se producen 2 moles de agua si son 3 moles de reactivos (hidrógeno y oxígeno) los que se usan?

Propiedades y fabricación de jabón

Las moléculas de jabón poseen dos partes claramente diferenciadas: una hidrófoba o apolar y otra hidrófila o polar. Las primeras se disuelven en las grasas o aceites, y las segundas son solubles en agua. Esto hace que las partículas de suciedad se vean envueltas en una emulsión y se separen fácilmente de la superficie que se está lavando.

La elaboración de jabones se basa en la reacción de saponificación de un ácido graso, cuyo subproducto es la glicerina. Los detergentes y jabones industriales cuentan, además, con sustancias blanqueadoras, perfumes, espumantes, etcétera, las cuales confieren propiedades extra a los productos y responden a las demandas de los consumidores.

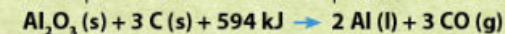


Preguntas

1. ¿Qué aceites piensas que se utilizaban antiguamente para la elaboración de jabón? ¿Qué otras formas de reciclar el aceite se te ocurren?
2. ¿Qué usos tiene la glicerina?
3. ¿Qué significado tienen los sufijos *-foba* y *-fila*?
4. En la imagen se muestra un jabón de Marsella, cuyo contenido de aceite es 72%. Si la pastilla de jabón pesa 450 g, ¿qué cantidad de aceite tiene el jabón?

Obtención de aluminio: proceso Hall

El oro, la plata y el cobre se encuentran en forma de elementos nativos, mientras que otros metales como Fe, Pb y Al, por ejemplo, se encuentran en la naturaleza en forma de compuestos como la bauxita, que es la mena del aluminio. La reacción global del proceso Hall para obtener este metal a partir de la bauxita es:



Para reciclar 1 mol de aluminio hay que fundirlo. Para ello es necesario elevar la temperatura hasta 660 °C, lo que supone un gasto de energía de 26.1 kilojoules.



Preguntas

1. En la sociedad de consumo, el aluminio es uno de los metales más utilizados y se obtiene a partir de la bauxita, que contiene por término medio 45% de alúmina Al_2O_3 . Calcula la cantidad de Al que es posible obtener de una tonelada de bauxita.
2. Teniendo en cuenta los datos que se dan en el texto, ¿se trata de una reacción endotérmica o exotérmica?
3. Compara el gasto energético del proceso Hall con el del reciclado; ¿por qué algunas personas se dedican a separar del resto de los desechos las latas de refresco y otros envases de aluminio?
4. El aumento de la población mundial está elevando las demandas de aluminio. ¿Crees que llegue a agotarse?
5. Analiza los productos de tu entorno que están hechos con aluminio, ¿cuáles materiales alternativos es posible utilizar con el fin de reducir el consumo de este material?

La formación de nuevos materiales

Competencias que se favorecen:

- Comprensión de fenómenos y procesos naturales desde la perspectiva científica.
- Toma de decisiones informadas para el cuidado del ambiente y la promoción de la salud orientadas a la cultura de la prevención.
- Comprensión de los alcances y limitaciones de la ciencia y del desarrollo tecnológico en diversos contextos.

Aprendizajes esperados	Contenidos
<ul style="list-style-type: none"> • Identifica ácidos y bases en materiales de uso cotidiano. • Identifica la formación de nuevas sustancias en reacciones ácido-base sencillas. • Explica las propiedades de los ácidos y las bases de acuerdo con el modelo de Arrhenius. 	<p>Importancia de los ácidos y las bases en la vida cotidiana y en la industria</p> <p>Lección 1. Propiedades y representación de ácidos y bases</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Identifica la acidez de algunos alimentos o de aquellos que la provocan. • Identifica las propiedades de las sustancias que neutralizan la acidez estomacal. • Analiza los riesgos a la salud por el consumo frecuente de alimentos ácidos, con el fin de tomar decisiones de una dieta correcta que incluya el consumo de agua simple potable. 	<p>¿Por qué evitar el consumo frecuente de los "alimentos ácidos"?</p> <p>Lección 2. Toma de decisiones relacionada con: importancia de una dieta correcta</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Identifica el cambio químico en algunos ejemplos de reacciones de óxido-reducción en actividades experimentales y en su entorno. • Relaciona el número de oxidación de algunos elementos con su ubicación en la Tabla periódica. • Analiza los procesos de transferencia de electrones en algunas reacciones sencillas de óxido-reducción en la vida diaria y en la industria. 	<p>Importancia en las reacciones de óxido y de reducción</p> <p>Lección 3. Características y representaciones de las reacciones redox. Número de oxidación</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Propone preguntas y alternativas de solución a situaciones problemáticas planteadas, con el fin de tomar decisiones relacionadas con el desarrollo sustentable. • Sistematiza la información de su proyecto a partir de gráficas, experimentos y modelos, con el fin de elaborar conclusiones y reflexionar sobre la necesidad de contar con recursos energéticos aprovechables. • Comunica los resultados de su proyecto de diversas formas, proponiendo alternativas de solución relacionadas con las reacciones químicas involucradas. • Evalúa procesos y productos de su proyecto considerando su eficacia, viabilidad e implicaciones en el ambiente. 	<p>Proyectos: Ahora tú explora, experimenta y actúa (preguntas opcionales). Integración y aplicación</p> <ul style="list-style-type: none"> » ¿Cómo evitar la corrosión? » ¿Cuál es el impacto de los combustibles y posibles alternativas de solución?



Respirando aire puro

Observa la imagen. ¿Qué te llama la atención? ¿Cuál crees que sea la composición del humo que se ve en la imagen?

Los altos niveles de contaminación influyen sobre la salud, el medio ambiente y las construcciones.

1. ¿Cómo afectará la salud de las personas el respirar este aire? ¿Qué parte del organismo crees que se vea más afectada?
2. La contaminación también deteriora los monumentos. ¿Cuáles son las consecuencias sobre la piedra? Explica a tus compañeros en qué consiste la lluvia ácida.
3. ¿Cuáles serán las fuentes de emisión de gases?

Dados los altos niveles de contaminación que sufre la ciudad de México, D.F., el gobierno decidió en 2009 regular el acceso de vehículos a la zona metropolitana del Valle de México.

Si quieres saber más al respecto, visita <http://www.redir.mx/SQC-199a>.

Para conocer más sobre el proceso de combustión de los vehículos y los gases que se generan, visita <http://www.redir.mx/SQC-199b>.

Las actividades industriales y la circulación de vehículos lanzan a la atmósfera un gran número de sustancias contaminantes que influyen en nuestro entorno y afectan a nuestra salud.

Al finalizar este bloque, habrás aprendido cómo influyen las reacciones de óxido-reducción en nuestra vida, cuál es la diferencia entre las sustancias ácidas y las básicas y qué es el proceso de corrosión.

Propuestas de proyectos

- ¿Cómo evitar la corrosión?
- ¿Cuál es el impacto de los combustibles y posibles alternativas de solución?

APRENDIZAJES ESPERADOS. Identifica ácidos y bases en materiales de uso cotidiano. Identifica la formación de nuevas sustancias en reacciones ácido-base sencillas. Explica las propiedades de los ácidos y las bases de acuerdo con el modelo de Arrhenius.

Comenzamos

A Rodrigo le dolía la garganta y su mamá, Lulú, decidió prepararle miel con limón. A él le gusta porque el sabor le recuerda el de la paleta que le compra su abuelita Margarita. Lulú prefiere hacer gárgaras con disoluciones de bicarbonato o vinagre cuando le duele la garganta, pero no cree que Rodrigo sepa hacerlas. Eso sí, el doctor le dijo que no era recomendable darle ácido acetilsalicílico a los niños.

Responde lo que se te pregunta.

- » ¿Alguna vez has probado el limón o el vinagre?, ¿cómo defines su sabor?
- » ¿En qué los ocupas tú?, ¿por qué?
- » ¿Has probado el bicarbonato de sodio?, ¿cómo definirías su sabor?
- » ¿Alguien en tu casa lo emplea?, ¿por qué y para qué?
- » ¿Tendrá alguna aplicación en la industria?, ¿en qué productos?
- » ¿Qué es el bicarbonato de sodio, una mezcla o una sustancia?, ¿y el limón y el vinagre? Si son mezclas, ¿de qué estarán compuestas?
- » ¿Has oído hablar de los ácidos y las bases?, ¿qué son?

Aprendemos

Las frutas y sus jugos, los refrescos, el vinagre y algunos derivados lácteos, entre otros productos, contienen ácidos, como el cítrico ($C_6H_8O_7$), el fosfórico (H_3PO_4), el ascórbico ($C_6H_8O_6$), el láctico ($C_3H_5O_3$), el málico ($C_4H_6O_5$), el tartárico ($C_4H_6O_6$) y el carbónico (H_2CO_3); mientras que la **lejía**, el jabón, los limpiadores para vidrios y los detergentes tienen bases, como el hidróxido de sodio (NaOH) o el hidróxido de amonio (NH_4OH) (figura 4.1).

Los ácidos y las bases constituyen quizá el grupo más importante de los compuestos químicos. En el **cuadro 4.1** aparecen las propiedades generales que facilitan su caracterización.

Cuadro 4.1 Algunas propiedades de los ácidos y las bases

Ácidos	Bases
Tienen sabor ácido.	Tienen sabor amargo.
Cambian a rojo el papel tornasol.	Cambian a azul el papel tornasol.
Al reaccionar con los metales liberan hidrógeno, y forman sales con los óxidos metálicos. Disuelven el mármol.	Dejan una sensación jabonosa o resbalosa al tacto.
Reaccionan con las bases en un proceso llamado neutralización en el cual se generan sal y agua.	Reaccionan con los ácidos en un proceso llamado neutralización en el cual se generan sal y agua.



Figura 4.1 Una gran variedad de productos contienen sustancias ácidas o básicas.

Lejía. Disolución acuosa de una base o una sal alcalina.

ácidos

Los **ácidos** son muy importantes en nuestra vida. La fermentación láctica de algunos alimentos como la leche o los cereales recibe ese nombre ya que produce ácido láctico. El yogurt y algunos panes son ejemplo de sus productos; en ellos, dicho ácido limita el crecimiento de bacterias de descomposición o dañinas y, en el caso del yogurt, provoca la formación de la **cuajada**.

De la leche, el **ácido láctico** se obtiene por fermentación de la **lactosa** (azúcar doble compuesta de glucosa y galactosa). Los seres humanos también producimos ácido láctico como parte del metabolismo de los azúcares. Su acumulación, por la práctica excesiva de ejercicio físico, provoca dolores musculares y articulares (figura 4.2).

El limón, la naranja, la toronja y la guayaba, entre otros frutos, tienen **ácido cítrico**, el cual, además, se agrega industrialmente a una gran cantidad de jugos, alimentos y dulces para darles un sabor ácido, así como a algunos alimentos congelados para inactivar **enzimas** y evitar el deterioro del color y el sabor. Antes se extraía el zumo de limón, pero ahora se obtiene principalmente de la fermentación de azúcares.

El **ácido málico**, cuyo nombre viene de la palabra "manzana" por haber sido aislado de la sidra (producto de la fermentación de este fruto), se encuentra, obviamente, en dicha fruta, y en otras como el membrillo, las cerezas y las uvas, además de algunas verduras. El efecto laxante de las ciruelas y la sidra se debe a la abundante presencia de ácido málico, ya que estimula la mucosa intestinal sin irritarla.

El **ácido ascórbico**, mejor conocido como **vitamina C**, se encuentra, entre otros, en el limón, la naranja, el brócoli, el jitomate, la piña, la guayaba y el pimiento rojo o verde (figura 4.3). En la industria, se adiciona a algunos jugos para enriquecerlos, ya que se asocia con el combate de infecciones bacterianas y con la formación de glóbulos rojos. Su carencia provoca escorbuto, una enfermedad que causa debilidad, hemorragias cutáneas y gingivitis.

El **ácido acético** se produce por oxidación del alcohol etílico generado al fermentar algunas frutas. El vinagre tiene aproximadamente 4% de ácido acético. Hay vinagre de manzana, caña, piña, etcétera; cada fruta le da un sabor característico. El vinagre se utiliza para condimentar ensaladas u otros platillos, y para limpiar vidrios y cristales. El ácido acético también se utiliza en análisis e investigación química, en la industria del caucho natural, en la del curtido de pieles, en la farmacéutica, en la fotográfica, en la de los textiles, en la de los adhesivos, en la de los productos de limpieza, entre otras.

Nuestro estómago digiere los alimentos gracias a los jugos gástricos, compuestos por enzimas, agua, mucoproteínas y algunos electrolitos, como Na^+ , K^+ , Mg^{+2} , H^+ , Cl^- , HPO_4^{-2} , SO_4^{-2} y HCO_3^{-1} .



ácidos

Cuajada. Porción sólida de la leche constituida por grasas y proteínas.

Lactosa. Disacárido (azúcar doble) de la leche compuesto de glucosa y galactosa.

Enzima. Molécula principalmente proteica que regula algunos procesos del organismo.

Figura 4.2 La acumulación de ácido láctico provoca dolor después de practicar ejercicio físico intenso.



Figura 4.3 Por sus beneficios para la salud, la vitamina C también se vende en forma de tabletas, aunque es mejor tomarla de sus fuentes naturales.

conect@mos

Si estás interesado en saber un poco más sobre ácidos, bases y sales, te sugerimos revisar la siguiente página electrónica:

<http://www.redir.mx/SQC-201>.

Plaqueta. Célula sanguínea que interviene en la coagulación de la sangre.

Trombo. Coágulo de sangre que se forma en el interior de un vaso sanguíneo.

GLOSARIO



Figura 4.4 En el interior de una batería de automóvil hay celdas que contienen ácido sulfúrico, el cual funciona como electrólito.

conect@mos

Para ampliar tus conocimientos sobre la manera como se relaciona la química con muchos de los objetos y las sustancias con las que estás en contacto día a día, te recomendamos leer este libro de la Biblioteca Escolar: José A. Chamizo y Rodrigo Chamizo, *La casa química*, México, SEP/ADN, 2001 (Espejo de Urania).

Figura 4.5 Los jabones son las sales sódicas de ácidos grasos de cadena larga o insaturados (con varios enlaces).

El **ácido acetilsalicílico** es el constituyente de la conocida aspirina, la cual se toma, siguiendo las recomendaciones del médico, como analgésico, antiinflamatorio, antipirético y, a dosis muy bajas, como antiagregante plaquetario; es decir, y en ese orden, sirve para contrarrestar el dolor, las inflamaciones, la fiebre y la agregación de **plaquetas** que puede conducir a un **trombo**.

El **ácido sulfúrico** se emplea en la producción de pigmentos, el tratamiento del acero, la refinación del petróleo, la extracción de metales no ferrosos y la manufactura de explosivos, plásticos, detergentes, fertilizantes y baterías para automóviles (figura 4.4).

Desarrolla tu pensamiento científico

- Formen equipos de tres personas y busquen información para llenar un cuadro como el siguiente en su cuaderno.

Ácido	Fórmula molecular	Dónde se encuentra	Cuáles son sus aplicaciones
fórmico			
fólico			
butírico			
tartárico			
nicotínico			
nítrico			
linoleico			

- Comparen sus respuestas con las de otros equipos. ¿Ya habían oído hablar de los ácidos?, ¿los consideran importantes para la vida?, ¿qué otros conocen? Justifiquen sus respuestas.

Las **bases** (también llamadas **álcalis**) son igualmente importantes en nuestra vida cotidiana. Las usamos para obtener, entre otras cosas, detergentes, jabones y destapacaños.



Los jabones, por ejemplo, se consiguen por la neutralización de **ácidos grasos** de cadena larga, como el palmítico, $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$, el esteárico, $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$, y el oleico, $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$ (figura 4.5).

Las materias primas para la producción de **jabón** son grasas o ácidos grasos libres. En el primer caso, se utilizan como álcalis disoluciones de hidróxido de sodio (NaOH) o de hidróxido de potasio (KOH); en el segundo, disoluciones de carbonato de sodio (Na_2CO_3) o de carbonato de potasio (K_2CO_3). A los jabones con NaOH o Na_2CO_3 se les llama "duros", y a los otros, "blandos" o "suaves".

Después se diluyen y se neutraliza el excedente de álcalis con, por ejemplo, ácido cítrico o bórico. El jabón "neutro" tiene un pH cercano a 9.5, aunque hay fabricantes que intentan llevarlo a 7 u 8, sólo ligeramente por arriba de la neutralidad. Los **detergentes** también emplean ácidos y bases en su elaboración, más otros ingredientes.

Es posible que los desengrasantes de cocina contengan **amoníaco**. Muchos limpiadores comerciales de ventanas son mezclas de éste (en pequeña cantidad), alcohol etílico o propílico y agua. El alcohol, que se evapora con facilidad, disuelve las grasas, mientras que el amoníaco ayuda a evitar la formación de sedimentos salinos. Este último es un gas muy irritante y tóxico; por eso, entre otras cosas, los limpiadores nunca deben combinarse. Además, deben ocuparse en lugares bien ventilados.



Figura 4.6 Los tintes permanentes para el cabello contienen amoníaco, que penetra en la fibra capilar. El pigmento natural sale y se fija el colorante.

El amoníaco también se emplea en fertilizantes, que suministran nitrógeno a las plantas, y en la fabricación de fibras sintéticas, plásticos, explosivos, ácido nítrico y tintes permanentes para el cabello (figura 4.6).

El hidróxido de calcio, $\text{Ca}(\text{OH})_2$, llamado "cal apagada" o "hidratada", se emplea en la construcción, en la recuperación de suelos contaminados con hidrocarburos o solventes químicos, en el tratamiento de agua potable e industrial, en el control de organismos nocivos y en el curtido de las pieles, donde se emplea en solución para quitarles el pelo, entre otros usos.

La leche de magnesia, una disolución acuosa de hidróxido de magnesio, $\text{Mg}(\text{OH})_2$, se utiliza como laxante y, junto con el bicarbonato de sodio, NaHCO_3 ; el carbonato de calcio, CaCO_3 ; y el hidróxido de aluminio, $\text{Al}(\text{OH})_3$, está entre los antiácidos más utilizados. Éstos neutralizan el exceso de ácido clorhídrico en el estómago, forman sales y agua, aumentan el pH gástrico y alivian la acidez estomacal y la **dispepsia**.

En la elaboración de pan, el **bicarbonato de sodio** se neutraliza con la nata ácida, la leche cortada, el limón, el yogurt o el vinagre para producir el dióxido de carbono que levanta la masa. Los polvos para hornear contienen una mezcla de NaHCO_3 y agentes que liberan ácidos muy lentamente. El bicarbonato también regula el pH de la sangre en el torrente sanguíneo.



Figura 4.7 En su formulación, muchos dentífricos contienen bicarbonato de sodio.

De igual manera, se agrega a los **dentífricos** (figura 4.7) o se utiliza de manera directa para neutralizar los ácidos producidos por las bacterias al fermentar los azúcares. Por tener un efecto desodorante, se emplea en refrigeradores, para la limpieza (figura 4.8) y hay quien lo aplica en axilas y pies.

Figura 4.8 El bicarbonato se utiliza para la limpieza por su poder abrasivo.

Desarrolla tu pensamiento científico

- Formen equipos de tres personas y busquen información para llenar un cuadro como el siguiente en su cuaderno.

Hidróxido de	Fórmula molecular	Dónde se encuentra	Cuáles son sus aplicaciones
níquel (II)			
cobre (II)			
litio			
magnesio			
calcio			

- Investiguen qué significa el número romano entre paréntesis. ¿Cuál es la diferencia entre el hidróxido de níquel (II) y el hidróxido de níquel (III)?

Dispepsia. Enfermedad que se caracteriza por una mala digestión.

Dentífrico. Producto para limpiar y mantener sana la dentadura.

GLOSARIO

Indicadores ácido-base y la escala de pH

Para establecer el grado de acidez o basicidad de una sustancia, los químicos utilizan una guía que se conoce como **escala de pH** (abreviatura de "potencial de hidrógeno"). Su inventor fue el bioquímico danés Søren Peter Lauritz Sørensen (1868-1939) y es una manera de expresar la concentración de iones hidronio (H_3O^+) presentes en el sistema. La escala de pH va de **0 a 14**. Una solución ácida tiene un pH menor que 7.0, y una básica o alcalina, uno mayor que 7.0 (**figura 4.9**).



Figura 4.9 Escala de pH y algunos ejemplos de productos y sus valores en ella.

Sørensen era bioquímico y determinó, por ejemplo, que el valor de pH de la sangre humana está entre 7.35 y 7.45; un valor fuera de ese rango puede indicar problemas metabólicos o respiratorios. En la actualidad, la medición de pH es una actividad que se efectúa de manera sistemática y cotidiana en muchas industrias, hospitales y laboratorios de investigación.

Es peligroso emplear el sentido del gusto para reconocer un ácido o una base, por lo que, con este fin, se usan sustancias que muestran diferentes coloraciones en condiciones ácidas o básicas. Estas reciben el nombre de **indicadores**; los más utilizados se muestran en el **cuadro 4.2**.

Cuadro 4.2 Algunos indicadores ácido-base		
Indicador	Intervalo de pH en el que cambia de color	Cambio de color de ácido a base
rojo de metilo	4.4-6.2	rojo-amarillo
anaranjado de metilo	3.1-4.4	café rojizo-amarillo anaranjado
tornasol	5.0-8.0	rojo-azul
azul de bromotimol	6.0-7.6	amarillo-azul
fenolftaleína	8.2-10.0	incolore-rosa
amarillo de alizarina	10.1-12.0	amarillo-rojo



Figura 4.10 Las tiras de papel pH se introducen en la muestra. Luego, aún húmedas, se comparan sus colores con los de la escala impresa.

Hay indicadores con más de un punto de vire, como el azul de timol que tiene dos (1.2-2.8 y 8.0-9.6), rojo-amarillo-azul.

El indicador universal consiste en una mezcla de varios de ellos, por lo que presenta múltiples cambios de color a lo largo de un amplio intervalo de pH. El llamado **papel indicador** está impregnado con él. El pH de una disolución se obtiene a partir de los colores que adquiere la tira después de que ha sido sumergida en ella (**figura 4.10**).

El indicador debe elegirse en función de su vire y tiene que emplearse en la cantidad adecuada pues, si ésta es muy baja, el cambio será imperceptible y, si es muy alta, alterará el pH de la muestra.



Figura 4.11 Los extractos de col morada, jamaica y pétalos de rosa se usan como indicadores naturales ácido-base.

En vegetales, frutas y plantas hay sustancias que funcionan como indicadores (**figura 4.11**). Para determinar el pH de manera más precisa, se utilizan aparatos llamados "pH-metros"; su funcionamiento se basa en métodos electroquímicos.

Aproximación al conocimiento científico

La col morada contiene en sus hojas una sustancia llamada *antocianina*, la cual sirve como indicador pues varía de color cuando se encuentra en presencia de un ácido o una base.

Obtención del indicador

Material: ¿qué necesitamos?

Tres o 4 hojas de col morada, recipiente de metal de medio litro de capacidad, pedazo de tela de 30 x 30 cm aproximadamente, frasco de vidrio de 250 ml de capacidad vacío y limpio, etiqueta.

Desarrollo: ¿qué hacemos?

1. Coloquen las hojas de col en el recipiente y agreguen aproximadamente 300 ml de agua.
2. Pónganlo a calentar y esperen a que el agua comience a hervir (**figura 4.12**). Déjenlo por 5 minutos más en el fuego y luego retírenlo para que se enfríe.
3. Una vez frío, utilicen la tela para filtrar y vaciar el líquido en la botella (**figura 4.13**).
4. Ciérrenla bien, rotúlenla como *Indicador de col morada* y guárdenla en un lugar fresco, de preferencia en el refrigerador.



Figura 4.13

Cambio de color del indicador en función del pH

Material: ¿qué necesitamos?

12 cucharas, 12 vasos medianos de plástico transparente, probeta o taza medidora, marcador de tinta permanente o etiquetas, indicador de col morada, agua purificada o destilada, agua de la llave, una cucharada de bicarbonato de sodio, tableta efervescente de antiácido, sobrecito de sal de uvas, tableta efervescente de vitamina C y cuatro cucharadas soperas de cada una de las siguientes sustancias: vinagre blanco, refresco sin colorante, jugo de limón, jabón líquido sin color, limpiador para pisos, bebida energética, gel de aluminio y magnesio, leche.



Figura 4.12

Desarrollo: ¿qué hacemos?

- Numeren del 1 al 12 los vasos de plástico y coloquen una de las muestras que se van a analizar en cada uno. Exceptuando a la de agua de la llave, agréguenles a cada muestra 50 ml de agua destilada o purificada.
- Elaboren en su cuaderno un cuadro como el que se indica a continuación, en el que anotarán qué muestra contiene cada vaso, sus características antes y después de agregar el indicador, y los resultados de la determinación del pH.

Vaso	Muestra	Color inicial	Color final	pH aproximado
1	agua destilada (50 ml)			
2	4 cucharadas de vinagre + 50 ml de agua destilada			
3	1 cucharada de bicarbonato de sodio + 50 ml de agua destilada			
4	sobrecito de sal de uvas + 50 ml de agua destilada			
5	4 cucharadas de jugo de limón + 50 ml de agua destilada			
6	4 cucharadas de refresco + 50 ml de agua destilada			
7	4 cucharadas de jabón líquido + 50 ml de agua destilada			
8	4 cucharadas de gel de aluminio y magnesio + 50 ml de agua destilada			
9	tableta de vitamina C + 50 ml de agua destilada			
10	4 cucharadas de leche + 50 ml de agua destilada			
11	4 cucharadas de limpiador líquido + 50 ml de agua destilada			
12	agua de la llave (50 ml)			

- Agreguen 2 cucharadas del extracto de col morada a cada vaso (figura 4.14) y mezclen con una cuchara limpia (figura 4.15). Observen qué sucede en ellos.
- Determinen el valor del pH aproximado de cada muestra. Comparen la tonalidad obtenida con la escala de la figura 4.16. Hagan sus anotaciones en el cuadro.



Figura 4.14



Figura 4.15

	Color aproximado del indicador de col morada						
pH	2	4	6	7	8	9	10

Figura 4.16

- Desechen las mezclas según las indicaciones de su profesor y laven bien los vasos y las cucharas, ya que pueden ocuparlos en otros experimentos. Guarden el extracto de col morada en el refrigerador para futuras experiencias.

Análisis de resultados: ¿qué concluimos?

- ¿Por qué utilizar col morada?, ¿realmente sirvió como indicador?, ¿a qué colores cambió?, ¿por qué?

- ¿Cuáles son las sustancias más ácidas y cuáles las más básicas?, ¿alguna se acercó a la neutralidad?, ¿cuál?
- ¿Todas las sustancias cambiaron de color?, ¿por qué?
- ¿Creen que haya habido un error experimental?, ¿cuál?, ¿por qué?
- ¿Con qué otras muestras y otros indicadores probarían para hacer el procedimiento?
- ¿Qué aplicación práctica le encuentran a este experimento?

La importancia de conocer el pH

Es importante mantener el equilibrio entre los ácidos y las bases presentes en el organismo, pues muchas funciones corporales sólo se efectúan en ciertos niveles de pH (figura 4.17). Por ejemplo, cuando el cuerpo se vuelve ligeramente más ácido, disminuye la capacidad de contracción de los músculos. En los laboratorios clínicos, la medición de pH de la sangre y la orina busca verificar si se cumple con dicha condición de equilibrio.

La determinación de pH se emplea también para corroborar si un producto cumple con las normas ecológicas o de calidad requeridas. Por ejemplo, la norma mexicana NMX-AA-008-SCFI-2011 indica cómo se debe determinar el pH de aguas naturales, residuales, salinas y residuales tratadas (pH 3 a 10), y la NMX-F-317-S-1978 establece el método que se usa para medir el pH de los alimentos.

En el caso de las carnes, éstas deben tener un pH entre 5.4 y 7.0, lo que significa que se han conservado de forma correcta, ya que con el tiempo este valor tiende a disminuir. El pH del vino generalmente está entre 2.8 y 3.8, y es necesario controlarlo en las diversas fases del proceso productivo. En la elaboración de jugos, es importante el pH del agua, de los jarabes y los zumos empleados.

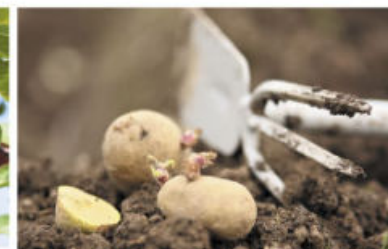
En cuanto al cultivo de plantas, resulta importante saber el pH del suelo. Aunque cada especie vegetal tiene un pH óptimo, los cultivos se desarrollan mejor, en su mayoría, en suelos con un pH cercano a 7, es decir, neutro (figura 4.18). La acidez del suelo afecta sus propiedades físicas, la disponibilidad de nutrientes y la actividad microbiana.



Figura 4.17 El estómago tiene un pH entre 1 y 2.



Manzano, pH 5.3-6.7



Papa, pH 5.0-5.8



Col, pH 6.0- 7.5

Figura 4.18 Ejemplos del pH óptimo del suelo para tres cultivos.

Encalar. Agregar carbonato de calcio (CaCO₃) en forma de piedra caliza, hidróxido de calcio (CaOH), u óxido de calcio (CaO) al suelo o a las paredes.

GLOSARIO

Cuando los suelos tienen una acidez mayor que la requerida, deben **encalarse** para llevarlos a un pH entre 5.5 y 7.5; mientras que, si tienen una alcalinidad alta, se les agrega azufre molido que, al combinarse con el agua en el suelo, produce ácido sulfúrico y neutraliza el exceso de basicidad.

Desarrolla tu pensamiento científico

1. Investiga y responde las siguientes preguntas.

- » ¿Qué ácido es el principal componente del jugo gástrico y por qué no daña el estómago?
- » ¿Qué pensarías si alguien te recomienda que, para evitar el dolor muscular al hacer ejercicio, debes tomar antes una limonada con bicarbonato de sodio? Fundamenta tu respuesta.
- » Si un amigo te sugiere tomar sal de uvas si tienes agruras, ¿tiene fundamento su sugerencia?

2. Elabora una gráfica de barras con los datos del porcentaje de ácido cítrico que se distribuye en diferentes aplicaciones.

Alimentos y bebidas = 60%	Fármacos = 10%	Otros = 1%
Detergentes = 12%	Limpiadores de metales = 7%	
Productos textiles = 8%	Cosméticos = 2%	

- Analiza la gráfica y redacta una conclusión acerca de la importancia económica de este ácido.
- #### 3. Investiga en qué países se produce más ácido sulfúrico.
- » ¿Existe alguna relación entre este dato y el grado de industrialización de las naciones? Justifica tu respuesta.
- #### 4. Si tienes oportunidad de ir al campo, haz lo siguiente.
- Lleva 5 frascos con tapa y recolecta muestras de suelo de los diferentes cultivos. Haz diluciones 10 a 100 (10 g de suelo y 90 de agua purificada) y mide su pH. Para recoger las muestras, tienes que excavar un agujero de 10 a 15 cm de profundidad en el sitio de la plantación.
 - Elabora un informe en el cual reportes tus resultados. Compártelo con tus compañeros y con el profesor.

Reacciones ácido-base

Cuando ácidos y bases entran en contacto, reaccionan entre sí y se transforman en **agua** y una **sal** que se disuelve en ésta. A este proceso se le conoce como **reacción de neutralización** o **ácido-base**. En estas reacciones se libera cierta cantidad de calor, en función del ácido y la base participante.



La sal se forma con el catión de la base y el anión del ácido; y el agua, con el H⁺ del ácido y el OH⁻ de la base.

Si mides el pH de la disolución del cloruro de potasio en agua, su valor será de 7. Las sales provenientes de ácidos y bases fuertes producen disoluciones neutras.

Veamos otro ejemplo:



En este caso, como el ácido acético es un ácido débil y el hidróxido de sodio es una base fuerte, la disolución producida con la sal que se forma (NaCH₃COO) es básica.

Cuando los ácidos y las bases se ionizan por completo o casi por completo en una disolución acuosa diluida se les denomina **fuertes**. Entre los primeros están los ácidos clorhídrico (HCl), bromhídrico (HBr), nítrico (HNO₃), perclórico (HClO₄) y sulfúrico (H₂SO₄), entre otros. Por su parte, las bases fuertes son los hidróxidos de litio (LiOH), de sodio (NaOH), de rubidio (RbOH) y de cesio (CsOH).

Desarrolla tu pensamiento científico

1. Representa con ecuaciones las reacciones de neutralización de los siguientes reactivos ácido-base.

- Escribe los nombres de todas las sustancias participantes.
 - » HI y LiOH
 - » HF y Al(OH)₃
 - » H₂S y Mg(OH)₂
 - » HBr y RbOH
- ¿Cuáles son los valores de pH que esperarías que tuvieran los reactivos y productos de las reacciones anteriores? Investiga al respecto.

Las reacciones de neutralización se utilizan, por ejemplo, en las industrias o los laboratorios que generan desechos ácidos o básicos para eliminarlos sin causar un daño al ambiente. También se emplean en la manufactura de jabones y limpiadores; en las industrias farmacéutica, cosmética (figura 4.19) y de alimentos, entre otras; en nuestro hogar, en la preparación de algunos alimentos (figura 4.20); y en nuestro propio cuerpo, donde debe existir un equilibrio ácido-base, cuya ruptura produce trastornos y enfermedades como las úlceras.

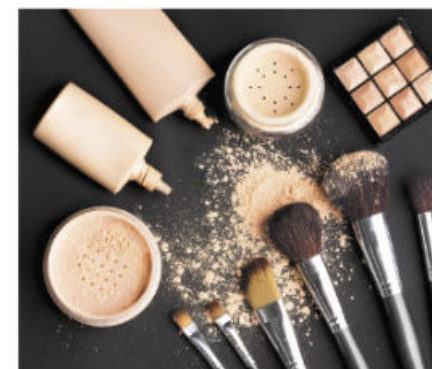


Figura 4.19 En la industria cosmética se usan reacciones de neutralización para que sus productos tengan un pH lo más parecido posible al de la piel.



Figura 4.20 En la elaboración de productos lácteos, es muy importante mantener el equilibrio ácido-base.

Aproximación al conocimiento científico

Cuando un ácido reacciona con una base se produce una reacción de neutralización.

Material: ¿qué necesitamos?

25 ml de jugo de limón, 25 ml de agua simple, 1 cucharada cafetera de bicarbonato de sodio, 4 cucharadas cafeteras del indicador de col morada, 2 vasos de plástico transparente, termómetro, papel pH o papel tornasol.

Desarrollo: ¿qué hacemos?

1. Viertan el jugo de limón en uno de los vasos y el agua en el otro.
2. A este último agréguele el bicarbonato de sodio y agitenlo.
3. Midan la temperatura del contenido de cada vaso, así como el pH con el papel indicador. Registren los datos en su cuaderno (figura 4.21).



Figura 4.21

4. Agreguen dos cucharadas del indicador de col morada a cada vaso y observen qué sucede en ellos (figura 4.22).
5. Dejen reposar el contenido de los vasos durante un minuto y, después, viertan el agua y el bicarbonato de sodio en el vaso con el jugo de limón (figura 4.23). En seguida, midan la temperatura y el pH. Anoten los resultados.
6. Al concluir, desechen la mezcla en la tarja.



Figura 4.22



Figura 4.23

Análisis de resultados ¿qué concluimos?

- » ¿Qué temperaturas registraron antes y después de adicionar el bicarbonato de sodio al jugo de limón?, ¿ocurrió alguna variación?, ¿a qué suponen que se deba?
- » ¿Cómo explican los cambios en la coloración del indicador de col morada que observaron?
- » ¿En qué momento del experimento se dio la neutralización?, ¿cómo lo saben?
- » ¿Qué se toma normalmente cuando se siente un ardor en el estómago después de comer una buena cantidad de alimentos irritantes?, ¿por qué?
- » Una de las sustancias formadas al mezclar el jugo de limón con el bicarbonato de sodio es la sal citrato de sodio ($\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7$), ¿cuál es el pH aproximado de esta sustancia?

Modelo de ácidos y bases según Arrhenius

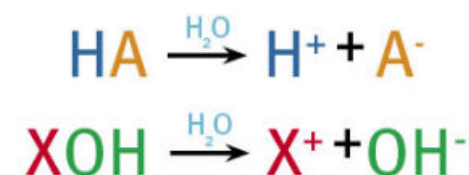
Las disoluciones de ácidos, bases y sales son **electrolíticas**, es decir, conducen la corriente eléctrica. A esta conclusión llegó el físico y químico Michael Faraday (1791-1867) mientras llevaba a cabo experimentos de electrólisis. Su trabajo, así como el del químico Jacobus Henricus van 't Hoff (1852-1911), entre otros, condujo a la **teoría de la disolución electrolítica** o teoría iónica, enunciada en 1887 por el físico y químico Svante August Arrhenius (1859-1927).

Arrhenius encontró que, al disolverse en agua, ácidos, bases y sales originan cada uno de las porciones cargadas eléctricamente, denominadas **iones**; que éstas son las responsables de la conducción; y que las cargas totales de los iones positivos son iguales a las de los negativos.

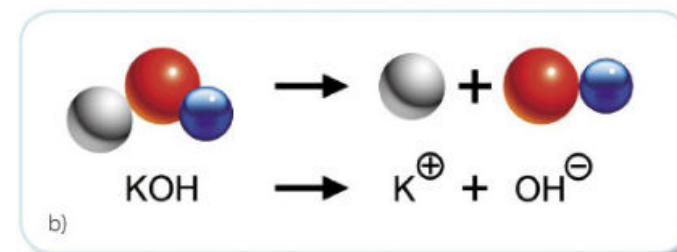
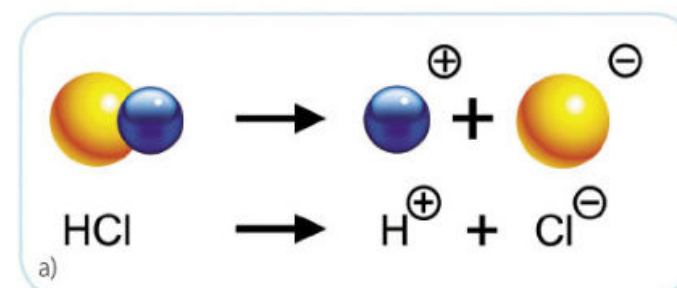
Como recordarás de lecciones previas, en un proceso de separación electrolítica, los iones cargados positivamente son los **cationes** (porque se dirigen al **cátodo**) y los de carga negativa, los **aniones**, que son atraídos por el **ánodo** (figura 4.24).

Arrhenius determinó que los ácidos son sustancias que producen **cationes hidrógeno** (H^+), y las **bases**, sustancias que generan **aniones hidroxilo** (OH^-), cuando se encuentran en disoluciones acuosas (es decir, en las que el disolvente es agua).

Lo anterior se representa de manera general con las siguientes ecuaciones:



En la primera ecuación, HA representa un ácido, A^- su anión al disociarse en agua y H^+ su catión. En la segunda, XOH representa una base, X^+ su catión al disociarse en agua y OH^- su anión. Observa en la figura 4.25 cómo el ácido clorhídrico (HCl) se disocia en dos iones: H^+ y Cl^- , y cómo el hidróxido de potasio (KOH), una base, se disocia en el catión K^+ y el anión OH^- :



Los químicos han precisado que, en realidad, los iones H^+ no se encuentran libres en la disolución acuosa, sino unidos a moléculas de agua (H_2O), formando el catión H_3O^+ , denominado **ión hidronio**.

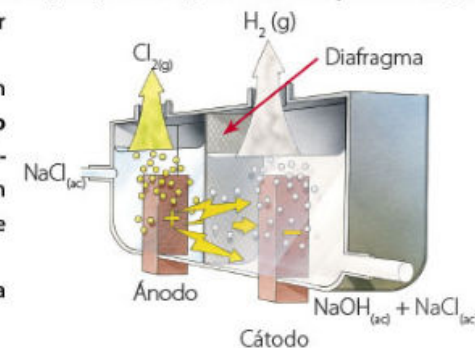


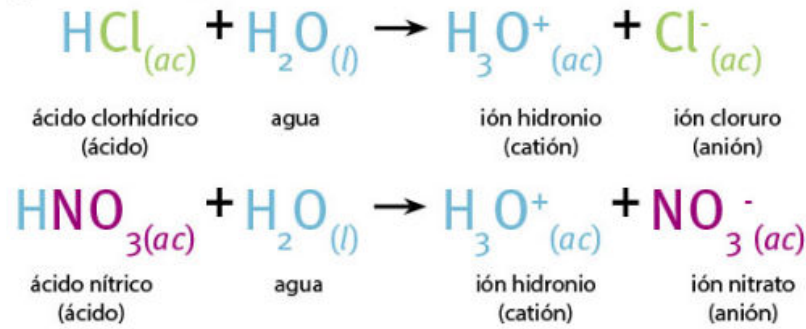
Figura 4.24 Ilustración de un proceso de separación electrolítica. El cátodo tiene carga negativa, y el ánodo, positiva.

conect@mos

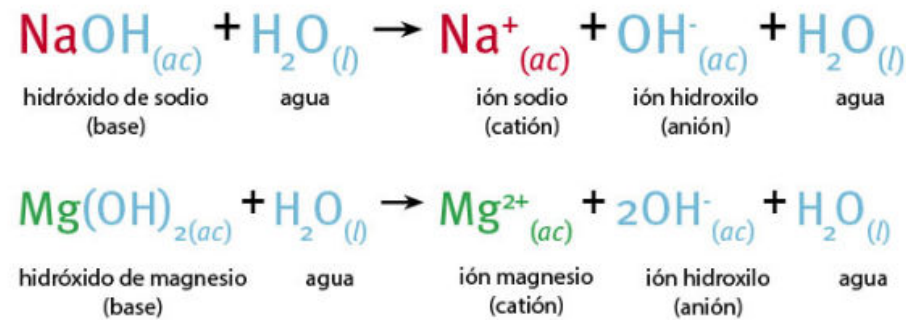
Si te interesa saber un poco más sobre reacciones electrolíticas, te recomendamos leer, de la Biblioteca Escolar: José M. García, *Química industrial*, México, SEP/ Santillana, 2007 (Espejo de Urania).

Figura 4.25 Disociación de un ácido (a) y una base (b).

Por ejemplo, si consideramos la disociación del ácido clorhídrico (HCl) y del ácido nítrico (HNO₃), tendremos lo siguiente:



Por otra parte, como hemos mencionado y según el modelo de Arrhenius, las bases producen **iones hidroxilo** (OH⁻) en disoluciones acuosas. Un ejemplo es:



En el caso del Mg(OH)₂ se forman dos iones hidroxilo (OH⁻), pues la carga total del catión Mg²⁺ es igual a la carga total de los dos aniones (2 × -1 = -2), por lo que las disoluciones siguen siendo eléctricamente neutras (2 - 2 = 0).

Recuerda que el proceso de disolución es físico, ya que sólo hay separación o disociación de iones, no existe cambio químico alguno (figura 4.26).

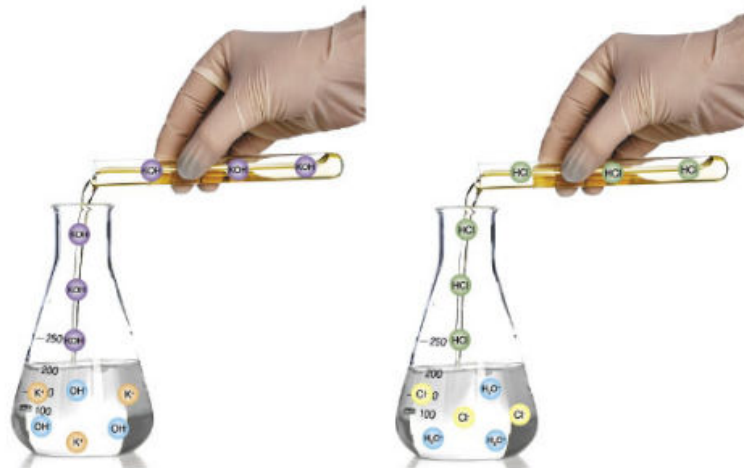


Figura 4.26 Al disolverse, los compuestos iónicos producen disoluciones electrolíticas.

Una lluvia muy ácida

El agua de lluvia tiene habitualmente un pH de 5.6, pero en ciudades muy contaminadas éste llega a ser de hasta 2.5, debido a los ácidos sulfúrico y nítrico que se forman en la atmósfera a partir de contaminantes como el dióxido de azufre producido por las fábricas y los óxidos de nitrógeno que emiten los vehículos automotores. Las consecuencias de la **lluvia ácida** incluyen la muerte de animales y plantas acuáticas y terrestres; irritación ocular y de mucosas en personas y animales; deterioro de edificios y monumentos, etcétera. Por ejemplo, el desgaste de las construcciones se debe a la reacción del ácido sulfúrico con materiales como la piedra caliza y algunos tipos de granito, lo que produce sulfato de calcio, una sal soluble en agua.

Integramos

Durante el desarrollo de esta lección aprendiste que los ácidos, las bases y las sales son electrolitos. Además, estudiaste cómo diferenciar entre ácidos y bases; conociste la reacción de neutralización, sus productos y sus aplicaciones; y advertiste que los ácidos y las bases son fundamentales en procesos metabólicos, industriales y caseros, por lo que la medición del pH es necesaria para controlar la salud de las personas, los animales y las plantas, así como la calidad de muchas materias primas y productos.

Desarrolla tu pensamiento científico

- Investiga en distintas fuentes de información y responde las preguntas en tu cuaderno.
 - ¿Por qué para controlar el pH de los suelos de cultivo debe tenerse mucho cuidado cuando se utiliza cal viva?
 - ¿Cómo afectan las inundaciones el pH de los suelos?
 - ¿Por qué es importante mantener el pH de los acuarios?
- Escribe las ecuaciones para la disociación electrolítica de los siguientes compuestos.
 - H₂SO₄ (ácido sulfúrico)
 - H₂CO₃ (ácido carbónico)
 - Ca(OH)₂ (hidróxido de calcio)
 - Al(OH)₃ (hidróxido de aluminio)
 - NaCl (cloruro de sodio)
 - NH₄OH (hidróxido de amonio)
- Investiga más respecto al fenómeno de la lluvia ácida y explícalo en tu cuaderno. Escribe las fórmulas de las sustancias involucradas en la figura 4.27 y, al menos, las reacciones de formación de los ácidos sulfúrico y nítrico.



Figura 4.27 La lluvia ácida es producida por diferentes emisiones.

conect@mos

Consulta más información acerca de ácidos y bases en estas direcciones:

- «<http://www.redir.mx/SQC-213a>»
- «<http://www.redir.mx/SQC-213b>»
- «<http://www.redir.mx/SQC-213c>»
- «<http://www.redir.mx/SQC-213d>»

Lección 2 Toma de decisiones relacionadas con: importancia de una dieta correcta

APRENDIZAJES ESPERADOS. Identifica la acidez de algunos alimentos o de aquellos que la provocan. Identifica las propiedades de las sustancias que neutralizan la acidez estomacal. Analiza los riesgos a la salud del consumo frecuente de alimentos ácidos, con el fin de tomar decisiones para una dieta correcta que incluya el consumo de agua simple potable.

Comenzamos

La fiesta de Marisa había estado de lo mejor: muchas bebidas refrescantes, una rica y jugosa carne asada, frutas con chile y limón, elotes con mayonesa, deliciosas *chamoyadas*, tablas de quesos y jamones, frituras por doquier y, para rematar, un colorido y gran pastel junto al aromático café.

Todo iba muy bien hasta que llegó Román, el sabelotodo de la familia, y aconsejó a los asistentes que, antes de retirarse, tomaran sal de uvas para evitar problemas estomacales, pues casi todos los alimentos que se habían ofrecido en la fiesta eran ácidos. Muchos no entendieron; otros se burlaron, hicieron caso omiso de la recomendación y se fueron felices y tranquilos a sus casas, hasta que, a la mañana siguiente, a varios los despertó un ligero malestar estomacal.

1. Con base en la situación anterior, contesta lo siguiente.

- » ¿Consideras que Román tenía razón en su recomendación?, ¿por qué?
- » ¿Qué te parecen los alimentos que se ofrecieron en la fiesta?, ¿es posible comerlos todos los días? Argumenta tu opinión.
- » ¿Qué son los alimentos ácidos?, ¿existen los alcalinos?, ¿qué efectos provocan en el organismo unos y otros?



Figura 4.28 Los tomates tienen un pH aproximado de 4, mientras que el de la leche es de 6 a 6.5.

Aprendemos

El equilibrio ácido-base en nuestro organismo es de una importancia fundamental para el mantenimiento de la salud y la erradicación de enfermedades.

Un alimento se considera ácido si posee un pH natural menor que 4.6, por ejemplo, los tomates verdes. Existen alimentos que no son tan ácidos, los cuales tienen un pH mayor a 4.6, como la leche (figura 4.28).

La sensación del sabor ácido de algunos alimentos es producto de una serie de reacciones químicas sobre un conjunto de receptores sensoriales localizados en nuestra lengua, los cuales reciben el nombre de **papilas gustativas** (figura 4.29).

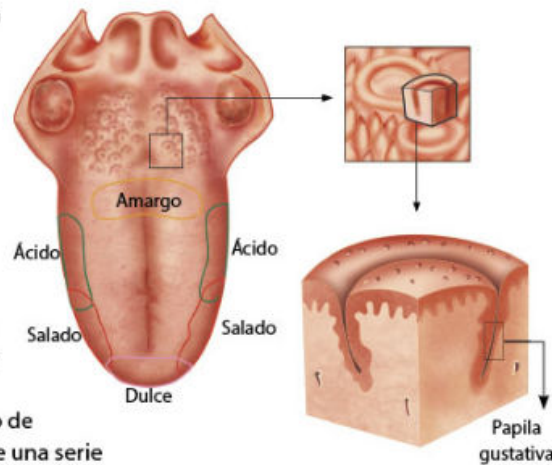


Figura 4.29 La superficie de la lengua está cubierta de pequeñas protuberancias. Entre ellas destacan las papilas gustativas, que perciben los sabores.

Ten en cuenta que la tendencia de un alimento a producir acidez en el organismo no tiene que ver con su pH real. Por ejemplo, los limones son muy ácidos, sin embargo, los productos finales que surgen después de su digestión y asimilación son muy alcalinos, por lo que podemos decir que los limones son alcalinos en el cuerpo.

Del mismo modo, la carne es alcalina antes de la digestión, pero deja residuos muy ácidos en el cuerpo, por lo que, como casi todos los productos de origen animal, es muy acidificante. En general, es recomendable comer menos los alimentos procesados y refinados, y más los verdes, crudos y sin cocinar, así como las frutas. Encuentra en el cuadro 4.3 una clasificación de alimentos de acuerdo con su efecto acidificante (figura 4.30) o alcalinizante (figura 4.31).



Figura 4.30 Alimentos acidificantes.

Cuadro 4.3 Ejemplos de alimentos alcalinizantes y acidificantes

Tipo	¿Cuánto comer?	Ejemplos
alimentos alcalinizantes	comer mucho	verduras frescas: espinacas, brócoli, alcachofa, coles de Bruselas, col, coliflor, zanahoria, calabaza, limón, lima, algas, espárragos, acelgas, cebolla
		aguacate, té verde, lechuga, perejil, chícharos, berenjena, remolacha, uvas, kiwi, melón, mandarina, higo, dátiles, mango y papaya
alimentos acidificantes	comer poco	manzana, almendra, tomate, elote, setas, nabo, aceitunas, melocotón, pimienta, rábano, piña, cerezas, fresas, plátano
		Jugos de frutas, cereales, huevos, pescado, leche de soya, coco, habas, ciruelas, arroz integral, cacao, avena, ostras, salmón
		café, chocolate, frutas endulzadas, pistaches, pan blanco, cacahuates, nueces, trigo
		palomitas de maíz, queso, mantequilla, pasteles, pastas, carne de cerdo y ternera, cerveza, vino, té negro, pepino, frutos secos tostados, vinagre, caramelos, refrescos
		bebidas energéticas y carbonatadas, comida procesada y refinada

De acuerdo con algunos expertos, para conservar la salud es conveniente mantener balanceado el pH de nuestro cuerpo mediante la ingesta de los alimentos adecuados, ya que si se presenta un desequilibrio ácido-base, se genera un ambiente propicio para la aparición de alteraciones como la **acidosis** o las **alcalosis metabólicas y respiratorias**.



Figura 4.31 Alimentos alcalinizantes.

Acidosis metabólica. Estado que se presenta cuando el organismo produce demasiado ácido o cuando los riñones no están eliminando suficiente ácido del cuerpo.

Acidosis respiratoria. Estado que se da cuando los pulmones no son capaces de eliminar todo el dióxido de carbono que el cuerpo produce. Esto hace que la sangre, entre otros líquidos, se torne demasiado ácida.

Alcalosis metabólica. Condición provocada por el exceso de alcalinidad en los líquidos del cuerpo.

Alcalosis respiratoria. Alteración que consiste en bajos niveles de dióxido de carbono en la sangre debido a la respiración celular excesiva.

¿Por qué evitar el consumo frecuente de los “alimentos ácidos”?

Lección 2 Toma de decisiones relacionadas con: importancia de una dieta correcta

APRENDIZAJES ESPERADOS. Identifica la acidez de algunos alimentos o de aquellos que la provocan. Identifica las propiedades de las sustancias que neutralizan la acidez estomacal. Analiza los riesgos a la salud del consumo frecuente de alimentos ácidos, con el fin de tomar decisiones para una dieta correcta que incluya el consumo de agua simple potable.

Comenzamos

La fiesta de Marisa había estado de lo mejor: muchas bebidas refrescantes, una rica y jugosa carne asada, frutas con chile y limón, elotes con mayonesa, deliciosas *chamoyadas*, tablas de quesos y jamones, frituras por doquier y, para rematar, un colorido y gran pastel junto al aromático café.

Todo iba muy bien hasta que llegó Román, el sabelotodo de la familia, y aconsejó a los asistentes que, antes de retirarse, tomaran sal de uvas para evitar problemas estomacales, pues casi todos los alimentos que se habían ofrecido en la fiesta eran ácidos. Muchos no entendieron; otros se burlaron, hicieron caso omiso de la recomendación y se fueron felices y tranquilos a sus casas, hasta que, a la mañana siguiente, a varios los despertó un ligero malestar estomacal.



Figura 4.28 Los tomates tienen un pH aproximado de 4, mientras que el de la leche es de 6 a 6.5.

- Con base en la situación anterior, contesta lo siguiente.
 - ¿Consideras que Román tenía razón en su recomendación?, ¿por qué?
 - ¿Qué te parecen los alimentos que se ofrecieron en la fiesta?, ¿es posible comerlos todos los días? Argumenta tu opinión.
 - ¿Qué son los alimentos ácidos?, ¿existen los alcalinos?, ¿qué efectos provocan en el organismo unos y otros?

Aprendemos

El equilibrio ácido-base en nuestro organismo es de una importancia fundamental para el mantenimiento de la salud y la erradicación de enfermedades.

Un alimento se considera ácido si posee un pH natural menor que 4.6, por ejemplo, los tomates verdes. Existen alimentos que no son tan ácidos, los cuales tienen un pH mayor a 4.6, como la leche (figura 4.28).

La sensación del sabor ácido de algunos alimentos es producto de una serie de reacciones químicas sobre un conjunto de receptores sensoriales localizados en nuestra lengua, los cuales reciben el nombre de **papilas gustativas** (figura 4.29).

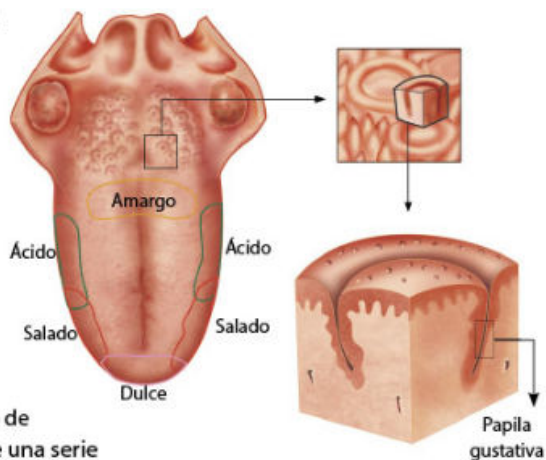


Figura 4.29 La superficie de la lengua está cubierta de pequeñas protuberancias. Entre ellas destacan las papilas gustativas, que perciben los sabores.

Ten en cuenta que la tendencia de un alimento a producir acidez en el organismo no tiene que ver con su pH real. Por ejemplo, los limones son muy ácidos, sin embargo, los productos finales que surgen después de su digestión y asimilación son muy alcalinos, por lo que podemos decir que los limones son alcalinos en el cuerpo.



Figura 4.30 Alimentos acidificantes.

Del mismo modo, la carne es alcalina antes de la digestión, pero deja residuos muy ácidos en el cuerpo, por lo que, como casi todos los productos de origen animal, es muy acidificante. En general, es recomendable comer menos los alimentos procesados y refinados, y más los verdes, crudos y sin cocinar, así como las frutas. Encuentra en el cuadro 4.3 una clasificación de alimentos de acuerdo con su efecto acidificante (figura 4.30) o alcalinizante (figura 4.31).

Cuadro 4.3 Ejemplos de alimentos alcalinizantes y acidificantes

Tipo	¿Cuánto comer?	Ejemplos
alimentos alcalinizantes	comer mucho	verduras frescas: espinacas, brócoli, alcachofa, coles de Bruselas, col, coliflor, zanahoria, calabaza, limón, lima, algas, espárragos, acelgas, cebolla
		aguacate, té verde, lechuga, perejil, chícharos, berenjena, remolacha, uvas, kiwi, melón, mandarina, higo, dátiles, mango y papaya
alimentos acidificantes	comer poco	manzana, almendra, tomate, elote, setas, nabo, acelunas, melocotón, pimienta, rábano, piña, cerezas, fresas, plátano
		Jugos de frutas, cereales, huevos, pescado, leche de soya, coco, habas, ciruelas, arroz integral, cacao, avena, ostras, salmón
		café, chocolate, frutas endulzadas, pistaches, pan blanco, cacahuates, nueces, trigo
		palomitas de maíz, queso, mantequilla, pasteles, pastas, carne de cerdo y temera, cerveza, vino, té negro, pepino, frutos secos tostados, vinagre, caramelos, refrescos
		bebidas energéticas y carbonatadas, comida procesada y refinada

Acidosis metabólica. Estado que se presenta cuando el organismo produce demasiado ácido o cuando los riñones no están eliminando suficiente ácido del cuerpo.

Acidosis respiratoria. Estado que se da cuando los pulmones no son capaces de eliminar todo el dióxido de carbono que el cuerpo produce. Esto hace que la sangre, entre otros líquidos, se torne demasiado ácida.

Alcalosis metabólica. Condición provocada por el exceso de alcalinidad en los líquidos del cuerpo.

Alcalosis respiratoria. Alteración que consiste en bajos niveles de dióxido de carbono en la sangre debido a la respiración celular excesiva.

De acuerdo con algunos expertos, para conservar la salud es conveniente mantener balanceado el pH de nuestro cuerpo mediante la ingesta de los alimentos adecuados, ya que si se presenta un desequilibrio ácido-base, se genera un ambiente propicio para la aparición de alteraciones como la **acidosis** o las **alcalosis metabólicas y respiratorias**.



Figura 4.31 Alimentos alcalinizantes.

Aproximación al conocimiento científico

Una gran cantidad de los alimentos que consumimos puede considerarse como *muy ácidos* o *ligeramente ácidos* cuando los probamos. En esta ocasión harán una actividad experimental en la que distinguirán los niveles de acidez de algunos alimentos de consumo cotidiano.

Material: ¿qué necesitamos?

50 ml de solución indicadora de col morada, 11 tiras de papel pH, 11 cucharas chicas de plástico, 11 vasos medianos de plástico transparente, marcador de tinta permanente, gotero, 4 cucharadas soperas de los siguientes productos: refresco sabor limón, té de limón, yogur líquido, bebida energética, alimento para bebé, leche descremada, mostaza, salsa cátsup, mayonesa, vinagre, y café negro.

Desarrollo: ¿qué hacemos?

1. Rotulen con números del 1 al 11 los vasos de plástico. Coloquen en cada uno los alimentos que analizar; ordénenlos de manera similar a como lo hicieron en la actividad experimental de la lección anterior.
2. Introduzcan una tira de papel pH en el vaso que contiene la primera muestra de alimento, sáquenla y escúrranla (figura 4.32).



Figura 4.32

3. Vean qué coloración toma la tira y compárenla con la escala que se encuentra en el empaque del papel pH (figura 4.33). Registren en el cuaderno sus observaciones.



Figura 4.33

4. Lleven a cabo el mismo procedimiento con las muestras restantes.
5. Agreguen 2 cucharadas del indicador de col morada a cada vaso con las muestras de alimentos; mezclen con una cuchara y observen si se presenta algún cambio de coloración. Comparen el color de cada muestra con la escala de pH de la página 206 y registren sus resultados.

Análisis de resultados: ¿qué concluimos?

Ordenen de mayor a menor grado de acidez los alimentos y respondan en su cuaderno.

- » ¿Esperaban obtener estos valores?, ¿por qué?
- » ¿Cómo es el valor de pH que determinaron con la tira de papel indicador comparado con el que arrojó la col morada?
- » ¿Cuál creen que sea la razón por la que no hubo cambio de color en algunas sustancias?
- » ¿Qué utilidad tiene conocer el pH de los alimentos que comen?

Jugos gástricos. Secreciones producidas por el estómago, las cuales están compuestas de ácido clorhídrico y algunas enzimas.

¿Qué daños ocasiona el consumo frecuente de alimentos ácidos? ¿Cómo podemos neutralizar su acción?

En el estómago se encuentra uno de los ácidos más fuertes que existen: el ácido clorhídrico; éste forma parte de los **jugos gástricos**. Cuando disminuye el pH del estómago, dichos jugos suben al esófago y ocasionan las agruras, que irritan todo el tracto digestivo superior. Esto hace que sientas como si algo te quemara dentro del abdomen y el pecho.

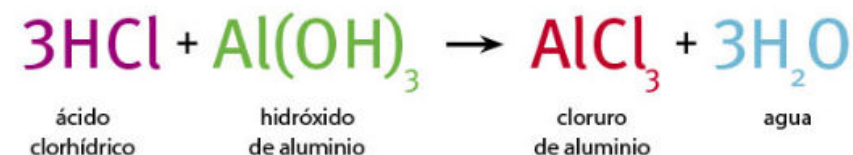
Uno de los factores que provocan la **acidez estomacal** es el consumo de alimentos que irritan el recubrimiento interno del estómago, como las grasas, el chile, la pimienta, los refrescos carbonatados, el café, las bebidas alcohólicas y el cigarrillo.

Comer rápidamente y en exceso también causa un incremento de la acidez en el estómago, así como el consumo de ciertos medicamentos (el ácido acetilsalicílico o aspirina y el ibuprofeno, por ejemplo) puede provocar acidez gástrica.

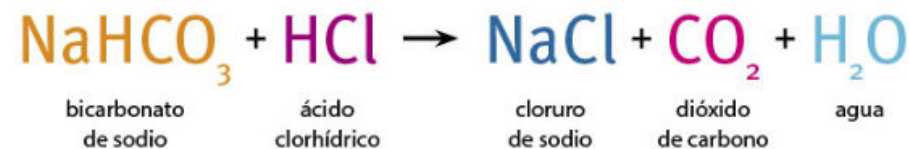
Para aliviar estos síntomas, los médicos recomiendan ingerir un **antiácido**; éste es una sustancia (generalmente una base) que sirve como **agente neutralizante** del exceso de ácido gástrico. Los antiácidos alcalinizan el estómago incrementando el valor del pH.

Este tipo de productos (figura 4.34) se ha utilizado desde hace muchos años y entre ellos se encuentran el bicarbonato de sodio, NaHCO_3 , el carbonato de calcio, CaCO_3 , y el hidróxido de magnesio, $\text{Mg}(\text{OH})_2$, combinado con el de aluminio, $\text{Al}(\text{OH})_3$.

Una de las reacciones de neutralización con antiácidos basados en hidróxidos es la siguiente:



La reacción del bicarbonato de sodio es conocida por liberar ciertas cantidades de CO_2 que finalmente se disipan al eructar tras su ingestión:



Cuando se presenta un problema de acidez estomacal, los doctores también recomiendan llevar una dieta que complemente el tratamiento médico, así como el cambio de ciertos hábitos en la conducta alimenticia. Algunas recomendaciones son las siguientes:

- dejar de comer de manera abundante; es más adecuado hacer de cuatro a seis comidas pequeñas al día, con un espacio de tres horas entre cada una para lograr una digestión adecuada;
- evitar el consumo de alimentos ácidos como el tomate, la salsa de tomate, el vinagre y algunos encurtidos ácidos en escabeche;
- reducir la ingesta de alimentos con alto contenido de grasas y picantes como los embutidos, las carnicas, los chiles y la mostaza, entre otros;
- evitar las bebidas gasificadas como los refrescos;
- consumir mucha agua simple potable y jugos de frutas cítricas como la naranja y la toronja pues, aunque son alimentos ácidos, al metabolizarse en el organismo producen una acción alcalinizante (figura 4.35);



Figura 4.34 Actualmente, en las farmacias es posible encontrar una gran variedad de antiácidos en diferentes presentaciones, como tabletas masticables, suspensiones y tabletas efervescentes.



Figura 4.35 El consumo constante de agua potable ayuda a nuestro cuerpo a evitar problemas de acidez estomacal.

Para saber más

La masticación sirve fundamentalmente para evitar la acidez estomacal, ya que la saliva, en contacto con el alimento, evita la irritación de las mucosas gástricas mediante una enzima llamada *ptialina*.

Figura 4.36 La gastritis es un padecimiento estomacal que a veces enmascara otro tipo de enfermedades como el cáncer de estómago o el de colon. Desafortunadamente, este tipo de padecimientos son cada vez más frecuentes en pacientes jóvenes.

- ingerir alimentos cuyo contenido de fibra soluble sea alto, como la avena, las manzanas, las peras y las verduras;
- reducir el consumo de alcohol o evitarlo por completo;
- mejorar el estilo de vida, es decir, dejar de fumar, evitar el estrés, no acostarse después de comer y dejar pasar aproximadamente tres horas antes de dormir.

Desarrolla tu pensamiento científico

1. Lee con atención la siguiente noticia.

Padece de gastritis 25% de los capitalinos

Se triplica la incidencia del mal durante las fiestas decembrinas. | Viernes 17 de diciembre de 2004
Angélica Simón



Cerca de 25% de los capitalinos padecen problemas de agruras y acidez estomacal diariamente, y alrededor de 40% más, por lo menos una vez al mes (figura 4.36).

Este mal, provocado principalmente por malos hábitos alimenticios como el consumo en exceso de comida condimentada y grasosa, comer a deshoras y con mucha rapidez, además de la ingesta de bebidas irritantes como café, alcohol y refrescos, es menospreciado, sin considerar que de no tratarse puede incluso derivar en cáncer.

A diferencia de lo que sucede en el resto del país donde en promedio únicamente 10% de la población padece diariamente de acidez estomacal, en el D.F. la incidencia crece hasta 25% debido al acelerado ritmo de vida y al estrés, señaló Alberto del Lago, director médico de un laboratorio de productos farmacéuticos.

(Extracto tomado de la siguiente página:
<http://archivo.eluniversal.com.mx/ciudad/64624.html>. Consulta: 5 de julio de 2016).

- Describe brevemente en tu cuaderno en qué consisten los malos hábitos alimenticios mencionados en esta noticia.
- Responde.
 - » ¿Qué tipo de personas consideras que son los que tienen mayor propensión a este tipo de malestares estomacales?
 - » ¿Cuál crees que sea la razón por la que éstos se incrementan durante la época decembrina?
 - » ¿A qué se refiere la autora de esta noticia cuando habla del acelerado ritmo de vida de la población capitalina?
- 2. Lleven a cabo una encuesta entre sus familiares, vecinos y amigos de manera que averigüen algunos factores que influyen en la presencia de enfermedades de tipo estomacal.
 - Elaboren las preguntas de la encuesta considerando las recomendaciones de consumo de alimentos mencionadas en esta lección.
 - Analicen los datos obtenidos y muestren sus resultados al grupo.

Para que el estómago lleve a cabo una adecuada digestión de los alimentos, el pH del jugo gástrico debe ser de entre 3 y 4.5. Al respecto, es lógico preguntarse por qué a las paredes gástricas no les pasa nada con semejantes niveles de ácido. La respuesta es porque están recubiertas de un moco que las protege de esos ácidos; se trata de un gel viscoso secretado por las células del epitelio que forman una verdadera barrera de protección. La secreción de este moco se ve alterada por distintos factores, entre los que se encuentra el consumo de algunos medicamentos como la aspirina y los antibióticos; de ciertos alimentos como los picantes, las frituras, las bebidas alcohólicas y algunas bebidas gaseosas; y el estrés.

Lo anterior provoca que la bacteria *Helicobacter pylori* proliferen e infecten la mucosa.

El organismo se defiende por medio de la barrera de moco y secretando otras sustancias, pero cuando esos mecanismos son insuficientes se originan las conocidas gastritis crónicas, es decir, la inflamación persistente de la mucosa gástrica. Si el ácido clorhídrico presente en el jugo digestivo corroe la pared gástrica, desprotegida por la disminución de la capa mucosa, se origina una úlcera (figura 4.37).



Figura 4.37 La bacteria *Helicobacter pylori* se halla en la capa de la mucosa que recubre el estómago. Allí secreta proteínas que interactúan con las células epiteliales y causan inflamación.

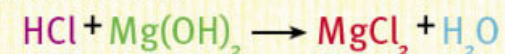
Es importante que, en estos casos, un profesional de la salud haga un diagnóstico para determinar el tratamiento más adecuado, el cual, sin duda, consistirá en medicamentos antibióticos y un cambio en la alimentación acompañados de la ingesta de agua simple potable, ya que ésta tiene un pH ligeramente alcalino.

Desarrolla tu pensamiento científico

1. Reúnete con dos compañeros e investiguen en libros, internet o con un doctor cómo actúan para combatir la acidez estomacal los medicamentos y productos naturales que se mencionan en el cuadro.

magaldrato y dimeticona	hidróxido de magnesio y de aluminio	omeprazol	metodopramida
ranitidina	jugo de papaya	jugo de zanahoria	té de manzanilla
bicarbonato de sodio	carbonato de calcio	sal de uvas	subsalicilato de bismuto

- Compartan su investigación con sus compañeros de grupo y enriquezcanla con los datos de los demás.
2. Completa la ecuación de la siguiente reacción de neutralización y, en caso de ser necesario, balancéala por tanteo.



Por último, es necesario que sepas que, aunque los antiácidos son medicamentos que se venden sin receta médica, no se debe abusar de ellos; siempre es necesario acudir a un médico para que valore a la persona aquejada y determine por qué siente molestias, así como las consecuencias de éstas, y para que prescriba el tratamiento más adecuado (figura 4.38).



Figura 4.38 Una visita al médico en cuanto aparecen los primeros síntomas de gastritis evita complicaciones más serias.

Integramos

Es frecuente escuchar que a las personas nos encanta consumir una amplia variedad de alimentos que incluyen compuestos ácidos. Disfrutamos de aquellos que tienen un sabor agríndice, como las golosinas y algunas salsas que se usan para condimentar frutas y postres.

También el consumo de alimentos ricos en grasas, como papas fritas, hamburguesas o carnisas de cerdo, así como de refrescos carbonatados o café, es elevado. Esto trae como consecuencia el padecimiento de malestares estomacales asociados con el incremento de acidez en nuestro estómago, como la gastritis, los cuales comienzan con ardores y dolores que se atenúan con medicamentos, pero que son capaces de provocar enfermedades tan serias como la úlcera péptica y el cáncer de estómago.



Figura 4.39 La comida rápida tiene algunas ventajas, pero debes comerla sólo de vez en cuando, pues si lo haces frecuentemente te conducirá al sobrepeso y a sufrir alteraciones estomacales.

Esto no quiere decir que destierres por completo estos alimentos de tu dieta, sino que los consumes con moderación, incluyendo siempre suficiente cantidad de agua simple potable (figura 4.39). Cuanta más información tengas acerca de los alimentos ácidos y alcalinos y de cómo afectan la salud, más entenderás la importancia de la alimentación en tu vida.

Desarrolla tu pensamiento científico

1. Contesta las siguientes preguntas.

- » ¿Qué función tienen los ácidos en muchos de los alimentos que consumimos?
- » ¿Qué alimentos le recomendarías consumir a una persona para aliviar su acidez estomacal?, ¿qué explicación le darías?
- » ¿Qué efectos secundarios conllevan los antiácidos que se utilizan para neutralizar la acidez estomacal?

2. Investiga los ingredientes de dos de tus platillos favoritos. Con base en ellos, decide qué tan ácidos son y si es conveniente comerlos seguidos.

3. Observa la siguiente imagen con ejemplos de comida mexicana.

- Escribe los pros y los contras de su consumo. Pon énfasis en las cantidades que se deben comer y en los horarios de comida.



BLOQUE

4

Importancia de las reacciones de óxido y de reducción

Características y representaciones de las reacciones redox. Número de oxidación

APRENDIZAJES ESPERADOS. Identifica el cambio químico en algunos ejemplos de reacciones de óxido-reducción en actividades experimentales y en su entorno. Relaciona el número de oxidación de algunos elementos con su ubicación en la Tabla periódica. Analiza los procesos de transferencia de electrones en algunas reacciones sencillas de óxido-reducción en la vida diaria y en la industria.

Comenzamos

Es cumpleaños de su mamá, así que Miguel decidió sorprenderla preparándole el desayuno. Muy temprano, el niño se levantó y cortó un par de manzanas y de plátanos en pequeños trozos, y los colocó en un platón. Exprimió el jugo de unas naranjas y lo sirvió en un vaso; además, cocinó un par de huevos y los bañó en salsa. Todo estaba listo. Cuando bajó Alfonso, el papá de Miguel, el niño destapó los platillos para que éste viera lo que había preparado mas, para su sorpresa, el coctel de frutas no se veía nada bien, había adquirido una coloración marrón (figura 4.40). Alfonso lo vio y le dijo: "Lo hubieras bañado con limón, jugo de naranja o yogurt para que no pasara esto". "¿Por qué, papá?", preguntó Miguel.



Figura 4.40 Las manchas café producidas en la pulpa de las manzanas expuestas al aire se deben al fenómeno de oxidación.

1. Responde en tu cuaderno.

- » ¿Por qué supones que las manzanas y los plátanos cambiaron de color?
- » ¿Conoces otras frutas a las que les pase eso?, ¿cuáles?
- » ¿Crees que sólo haya cambiado el color de la fruta? Justifica tu respuesta.
- » ¿Por qué haberles agregado limón, naranja o yogurt hubiera evitado el cambio?, ¿qué otra cosa habría ayudado?
- » ¿Consideras que el cambio de coloración de las frutas está relacionado con el que sufren las monedas de cobre cuando se ponen verdes?

Aprendemos

En bloques anteriores aprendiste cómo se forman los cationes y los aniones, y al inicio de éste comprendiste que los iones H^+ de los ácidos y los OH^- de las bases se combinan en las reacciones de neutralización para formar moléculas de agua. En esta lección conocerás otro tipo de reacción, uno en el que se **transfieren electrones** entre los reactivos para formar nuevas sustancias. A éstas se les llama **reacciones de óxido-reducción**.

Al principio se menciona que algunas frutas y metales sufren oxidación. En el caso de las manzanas, por ejemplo, aparecen manchas superficiales durante su almacenaje o refrigeración; éstas se relacionan con la oxidación de una sustancia llamada **alfa farneseno**, que se encuentra en la cera de dichas frutas. Si observas la figura 4.41 y recuerdas lecciones anteriores, notarás que el alfa farneseno es un hidrocarburo. Por tanto, las reacciones de oxidación se efectúan tanto en metales, como en el caso del cobre mencionado en el texto, como en no metales, como el alfa farneseno.

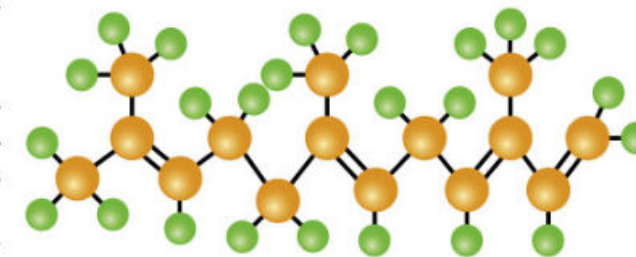


Figura 4.41 Estructura del alfa farneseno. Las esferas en naranja representan átomos de carbono, las verdes, de hidrógeno.

Anodizado. Que se ha recubierto su superficie con una capa metálica mediante electrólisis para darle mayor dureza y resistencia a la corrosión.

GLOSARIO

En las manzanas, la oxidación no es deseable, como tampoco lo es aquella que se presenta en algunas partes metálicas y en las baterías de los automóviles, ni la formación de **herrumbre** producida por la reacción del oxígeno con el hierro en presencia de agua.

En ocasiones, el proceso de oxidación se provoca intencionalmente, como en el caso del aluminio **anodizado**, donde el metal se introduce en una disolución acuosa de ácido sulfúrico en la cual se hace pasar una corriente eléctrica para formar una capa de óxido de aluminio que le brindará mayor resistencia ante los factores corrosivos del medio ambiente (figura 4.42).

Las reacciones de óxido-reducción están presentes en diversos procesos biológicos y ocurren aun donde no lo imaginamos. Existen muchos ejemplos de oxidación en fenómenos cotidianos, como la combustión, la corrosión de los metales, el funcionamiento de pilas y baterías eléctricas, la respiración, la fermentación y la fotosíntesis, entre otros.

La **oxidación** es el cambio químico en el que uno o varios átomos pierden electrones, sin embargo, éste no se lleva a cabo de forma aislada; siempre que exista oxidación,

deberá ocurrir también otro cambio químico: la **reducción** (ganancia de electrones) también de uno o varios átomos. Ambos ocurren de manera simultánea y la misma cantidad de electrones perdidos en la oxidación es la que debe ganarse en la reducción. Es por esta razón que a este tipo de reacciones se les denomina, de manera general y como ya se mencionó, reacciones de óxido-reducción.

Lavoisier fue el primero en definir la combustión como un proceso de oxidación rápida (figura 4.43a). Siguiendo esta idea, se dice que la **oxidación rápida**, la cual ocurre principalmente en sustancias con carbono e hidrógeno (como los hidrocarburos del petróleo), implica el desprendimiento de cantidades importantes de calor en, por ejemplo, forma de fuego. Por otra parte, la **oxidación lenta** se presenta por lo general en materiales metálicos expuestos al agua o el aire, y que pierden por eso algunas de sus propiedades, como el brillo metálico característico. En este caso, la cantidad de calor desprendido es inapreciable (figura 4.43b). Al fundir un metal, se acelera la oxidación.



Figura 4.42 Copas elaboradas con material anodizado.



Figura 4.43 Una oxidación rápida, como la combustión, libera gran cantidad de energía calórica y luminosa (a). En el hierro, la oxidación lenta se lleva a cabo al estar en contacto durante mucho tiempo con el oxígeno del aire o con el agua (b).

Aproximación al conocimiento científico

Una de las reacciones de oxidación más frecuentes es la combustión. Ésta se manifiesta, por ejemplo, cuando prendemos una hoja de papel o un trozo de madera seca; sin embargo, ¿alguna vez te has preguntado si es posible quemar los metales?

Material: ¿qué necesitamos?

Cenicero de barro o de cristal grueso, pedazo de lana de acero (también se conoce como "fibra de acero"; la consigues en tlapalerías o comercios donde vendan artículos de limpieza), cerillos y clavo de 4 o 4.5 pulgadas.

Desarrollo: ¿qué hacemos?

1. Coloquen por separado un pedazo de lana de acero y el clavo sobre el cenicero.
2. Con mucho cuidado, enciendan un cerillo y acerquen la flama al clavo. Observen qué sucede y tomen nota de esto en su cuaderno (figura 4.44).



Figura 4.44

3. Ahora, con mayor cuidado, enciendan otro cerillo y acérquenlo al fragmento de lana de acero. Observen nuevamente qué sucede y anótenlo en el cuaderno (figura 4.45).



Figura 4.45

Análisis de resultados: ¿qué concluimos?

- » ¿Qué ocurrió con el clavo cuando le acercaron la flama del cerillo?, ¿cómo explican lo sucedido?
- » ¿Qué ocurrió cuando acercaron el cerillo al pedazo de lana de acero?, ¿qué explicación dan a este fenómeno?
- » ¿Por qué a esta reacción se le considera una oxidación?

El número de oxidación y la tabla periódica

El **número de oxidación** o **estado de oxidación** indica el número de electrones que pierde o gana el átomo de un elemento cuando se combina con otro.

Para asignar estos números, debemos acatar las siguientes reglas:

1. Cuando un átomo se encuentra en estado libre, esto es, que no está combinado con otro, se le asigna un número de oxidación igual a cero.
2. Por lo general, el hidrógeno siempre tendrá un número de oxidación de +1. En el caso del oxígeno, éste tiene un número de oxidación de -2.
3. El flúor tiene un número de oxidación de -1.
4. Cualquier elemento metálico que pertenezca a un compuesto iónico tendrá siempre un número de oxidación positivo.
5. Los elementos de la familia 1 tienen un número de oxidación de +1; los de la 2, de +2.
6. Cuando se trate de compuestos covalentes, al elemento más electronegativo se le asignará un número de oxidación negativo.
7. La suma algebraica de los números de oxidación de los átomos que forman parte de un compuesto siempre debe ser igual a cero.

Veamos cómo se utilizan estas reglas con un ejemplo, el del óxido de hierro (III) (Fe_2O_3). De acuerdo con los pasos anteriores, sabemos que el oxígeno tiene un número de oxidación de -2 :

$\begin{array}{r} -2 \\ \text{Fe}_2\text{O}_3 \\ \hline = 0 \end{array}$ ← Este es el número de oxidación del oxígeno.

← El número total de cargas debe ser cero.

$3(-2) = -6$ ← Se multiplica el número de oxidación por la cantidad de átomos de oxígeno que hay en la molécula.

$\begin{array}{r} (+6) \quad (-6) \\ \text{Fe}_2\text{O}_3 \\ \hline [2(+3)] + [3(-2)] = 0 \end{array}$ ← Se coloca el número necesario para lograr que la carga total sea cero. En este caso es $+6$.

← Se divide el $+6$ entre los dos átomos de Fe que hay en la molécula y da $+3$. Luego, se hace la suma total para corroborar que el número de cargas sea cero.

$\begin{array}{r} +3 \quad -2 \\ \text{Fe}_2\text{O}_3 \end{array}$ ← Ésta es la fórmula molecular, con los números de oxidación de cada elemento químico que la conforma.

conect@mos

Lee más acerca de las reacciones de óxido-reducción en estas páginas electrónicas:

• <http://www.redir.mx/SQC-224a>

• <http://www.redir.mx/SQC-224b>

• <http://www.redir.mx/SQC-224c>

Analicemos ahora el caso del ácido sulfúrico (H_2SO_4), un compuesto formado por tres elementos. Según las reglas, el hidrógeno tiene un número de oxidación de $+1$, y el oxígeno, de -2 :

$\begin{array}{r} +1 \quad -2 \\ \text{H}_2\text{SO}_4 \\ \hline = 0 \end{array}$ ← Números de oxidación.

← El número total de cargas debe ser cero.

$2(+1) = +2$

$4(-2) = -8$ ← Se coloca un número tentativo de $+6$ en el azufre (S), ya que sólo hay un átomo, y se corrobora que el total de cargas sea cero.

$\begin{array}{r} (+2) \quad (+6) \quad (-8) \\ \text{H}_2\text{S}\text{O}_4 \\ \hline [2(+1)] + [1(+6)] + [4(-2)] = +2+6-8=0 \end{array}$

$\begin{array}{r} +1 \quad +6 \quad -2 \\ \text{H}_2\text{SO}_4 \end{array}$ ← Ésta es la fórmula molecular, con los números de oxidación de cada elemento químico que la conforma.

Como te habrás dado cuenta en el ejemplo anterior, los números de oxidación de los diferentes elementos presentes en una molécula se relacionan con su ubicación en la tabla periódica. Para que conozcas esta relación, revisa en el **cuadro 4.4** los valores sugeridos para los números de oxidación de acuerdo con los grupos de la tabla.

Cuadro 4.4 Números de oxidación de los elementos de acuerdo con los grupos de la tabla periódica			
Grupo	Número de oxidación	Grupo	Número de oxidación
IA	+1 (el hidrógeno también presenta número de oxidación de -1)	IB	+1, salvo el oro (+1, +3) y el cobre (+1, +2)
IIA	+2	IIB	+2, salvo el mercurio (+2, +1)
IIIA	+3	IIIB	+3
IVA	+4, +2	IVB	+4, +2
VA	+5, +3, +1	VB	+5, +3, +1
VIA	+6, +4, +2, -2	VIB	+6, +4, +2
VIIA	+7, +5, +3, +1, -1	VIIIB	+7, +5, +3, +1
		VIIIB	+2, +3

Desarrolla tu pensamiento científico

- Encuentra en los siguientes compuestos el número de oxidación de cada elemento que los conforma.
 - » MgCl_2
 - » H_3PO_4
 - » AgNO_3
 - » MgSO_4
 - » FeSO_4
 - » HNO_3
 - » Na_2CO_3
 - » K_3PO_4
 - » NH_4Cl
 - » Al_2O_3
- Elige la fórmula correcta.
 - » En un compuesto, la carga total debe ser cero; entonces, la fórmula del sulfuro de plata es:

AgS	AgS_2	Ag_2S
--------------	----------------	-----------------------
 - » Los números de oxidación del calcio y del oxígeno son $+2$ y -2 , respectivamente, por lo que la fórmula del óxido de calcio es:

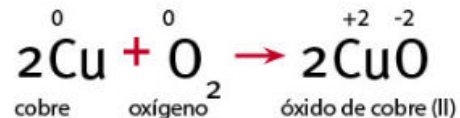
CaO_2	CaO	Ca_2O
----------------	--------------	-----------------------
- Intercambia tus resultados con otros compañeros, y corríjanlos, si fuera necesario.

Las reacciones redox

Como se mencionó con anterioridad, el **oxígeno** es un factor fundamental en las reacciones de **combustión** y **corrosión**, es por eso que a éstas se les conoce de manera general como reacciones de oxidación. En un principio, el término **oxidación** hacía referencia a la combinación del oxígeno con otros elementos.



Por ejemplo, si se combina el oxígeno (O) con el cobre (Cu), obtenemos un compuesto denominado óxido de cobre (II), CuO, (figura 4.46), que se forma de acuerdo con la siguiente reacción:



Sin embargo, después se descubrió que no siempre en las reacciones de óxido-reducción participaba el oxígeno, como en el caso de la formación de amoníaco:



Figura 4.46 Las manchas oscuras formadas sobre las barras de cobre es el óxido producido al reaccionar éste con el oxígeno del aire.

Aproximación al conocimiento científico

Cuando dejamos un objeto de cobre a la intemperie, después de cierto tiempo se forma en su superficie una capa verdosa. Algo similar ocurre con el hierro, cuyo exterior se cubre de un polvo rojizo.

Material: ¿qué necesitamos?

Una moneda de cobre o 1 codo de cobre de 1/2 pulgada, plato hondo de plástico, 50 ml de vinagre, 5 servilletas de papel y pedazo de lija para metales de grano mediano.

Desarrollo: ¿qué hacemos?

1. Lijen con mucho cuidado una de las caras de la moneda o la mitad de la superficie del codo de cobre (figura 4.47).
2. Pongan una de las servilletas de papel en el plato e imprégnenla con un poco de vinagre.
3. Coloquen la moneda sobre la servilleta mojada, cuidando que la cara que lijaron quede en contacto con ella. Esto mismo deben hacer con el codo de cobre, si lo usaron.
4. Agreguen un poco de vinagre al plato, teniendo cuidado de que no se humedezca la superficie de la moneda o del codo que no fue lijada.
5. Dejen reposar esto durante un par de horas y observen cada 30 minutos qué sucede con la moneda o el codo. Anoten los cambios.
6. Al pasar las dos horas, levanten la moneda o el codo y observen qué sucedió con la superficie que estuvo en contacto con el vinagre. Registren sus resultados (figura 4.48).

Análisis de resultados ¿qué concluimos?

- » ¿Qué sucedió con la superficie de la moneda o del codo que estuvo en contacto con el vinagre?

- » ¿Cómo explicarías lo sucedido con estos objetos?
- » ¿Qué papel desempeñó el aire en el proceso de oxidación?
- » ¿Qué relación tuvo el ácido acético del vinagre con el proceso oxidativo de la moneda o del codo de cobre?
- » ¿Qué sustancia química se formó en la superficie lijada?



Figura 4.47



Figura 4.48

En una reacción de oxidación, un elemento gana electrones mientras que otro los pierde. Cuando se da la ganancia de uno o más electrones, se presenta un proceso de **reducción** y se dice que el elemento es un **agente oxidante**. Por otra parte, cuando existe la pérdida de electrones, es un proceso de **oxidación** y se habla de un **agente reductor**. Desde esta perspectiva, podemos decir que las reacciones de oxidación y de reducción no se presentan de manera aislada, sino que ambas están estrechamente relacionadas.

Uno de los elementos químicos reconocidos como altamente **oxidantes** es el oxígeno, ya que éste les "quita" sus electrones a otros elementos (figura 4.49). Por otro lado, el hidrógeno es considerado como un **elemento reductor**, pues cede con facilidad su único electrón.

Para determinar la manera en la que un elemento se oxida o reduce en una reacción química se utiliza la siguiente regla práctica (figura 4.50):



Figura 4.49 Dada su naturaleza altamente oxidante, el oxígeno es utilizado en los sopletes para la combustión del acetileno y, así, producir una temperatura de la llama de soldadura cercana a los 3100 °C.

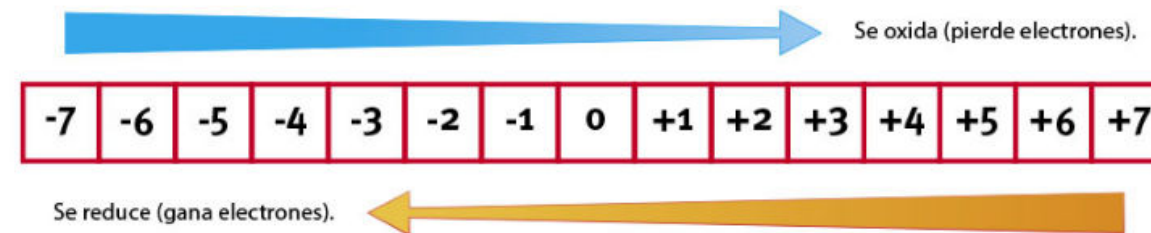
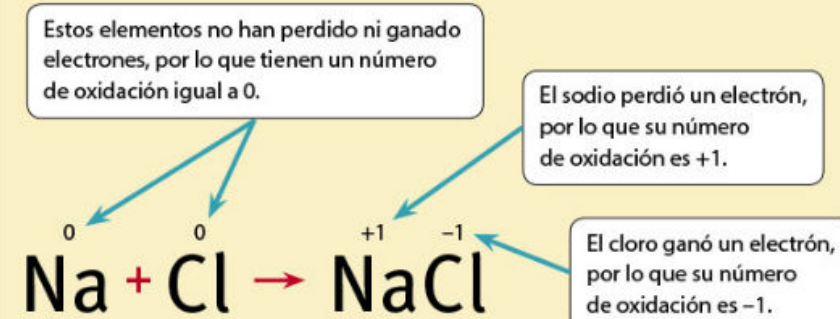


Figura 4.50 Regla para determinar cuántos electrones gana o pierde un átomo, y si se oxida o se reduce. Cada casilla representa un estado de oxidación y, a la vez, un electrón.



Cuando el Na⁰ pasa a Na⁺¹, se dice que "perdió un electrón", esto es, se **oxidó** o presentó una **oxidación**.

Cuando el Cl⁰ pasa a Cl⁻¹, se dice que "ganó un electrón", esto es, se **redujo** o presentó una **reducción**.

El proceso de oxidación y reducción de los elementos que participan en una reacción química se conoce también como **redox**, mediante el cual cambia el estado de oxidación de un elemento después de combinarse con otro.

Para saber más

La cabeza de los cerillos contiene clorato de potasio, y la tira contra la que se raspa, fósforo rojo. Con la fricción, parte de este último se transforma en fósforo blanco, el cual se prende y libera la energía que enciende el cerillo (figura 4.51).

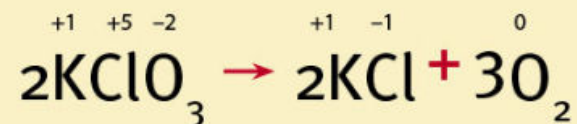
Oxácido. Nombre que recibe todo ácido que contiene uno o más oxígenos en su estructura química.



Figura 4.51 Aunque a los cerillos también se les llama *fósforos*, la sustancia que tienen en la cabeza es clorato de potasio, un fuerte oxidante.

Este proceso nos ayuda a comprender la manera en la que se da la transferencia de electrones durante los diferentes tipos de enlaces químicos (iónico, covalente o metálico).

Analicemos ahora el caso de la transformación del clorato de potasio (KClO_3) en cloruro de potasio (KCl):



El potasio (K) permanece en el mismo estado de oxidación (+1), esto es, no cambia (ni se oxida ni se reduce).

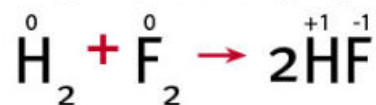
El cloro (Cl) pasa de +5 a -1, es decir, gana 6 electrones, por lo que se **reduce**.

El oxígeno (O) pasa de -2 a 0, es decir, pierde 2 electrones, por lo que se **oxida**.

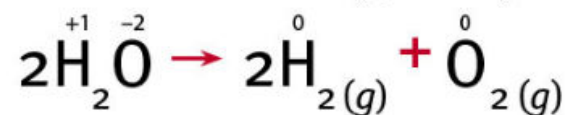
Otro ejemplo es la producción de ácido nítrico (HNO_3), un **oxácido**, cuando se combina el óxido no metálico NO_2 con agua (H_2O). El nitrógeno es el único elemento que experimenta cambio en su número de oxidación.



Muchas **reacciones de síntesis** comprenden también reacciones redox, entre éstas podemos mencionar la del fluoruro de hidrógeno a partir del hidrógeno y el flúor.



Las **reacciones de descomposición** también involucran procesos redox; éste es el caso de reacciones como la **electrólisis** del agua (H_2O), de la que se obtienen hidrógeno (H_2) y oxígeno (O_2).



Desarrolla tu pensamiento científico

1. Determina cuáles son los elementos que se reducen y cuáles los que se oxidan en las siguientes reacciones químicas.
 - » $\text{S} + \text{O}_2 \rightarrow \text{SO}_2$
 - » $\text{H}_2 + \text{CuO} \rightarrow \text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$
 - » $\text{FeO} + \text{CO} \rightarrow \text{Fe} + \text{CO}_2$
 - » $4\text{NH}_3 + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$
 - » $\text{Zn} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2$

Aproximación al conocimiento científico

En la fabricación de fuegos artificiales se emplea una amplia variedad de metales, los cuales, al quemarse, producen luces de diferentes colores y dan lugar a compuestos denominados **óxidos**. Esto lo demostraremos llevando a cabo la siguiente actividad.

Material: ¿qué necesitamos?

Vela, limaduras de hierro en polvo (se consiguen en las herrerías), limaduras de cobre (puede obtenerse limando el codo o la moneda de la actividad anterior), pedazo de papel aluminio, cinta de magnesio, plato de plástico y pinzas con recubrimiento aislante en el mango.

Desarrollo: ¿qué hacemos?

1. Con mucho cuidado, enciendan la vela y viertan un poco de parafina derretida en el centro del plato; antes de que ésta se enfríe, fijen la vela para que no se caiga.
2. Tomen con los dedos un poco de polvo de limadura de hierro y déjenlo caer lentamente sobre la flama de la vela desde una altura aproximada de 15 cm. Observen qué sucede y registrenlo en su cuaderno (figura 4.52).
3. Lleven a cabo el mismo procedimiento con la limadura de cobre.



Figura 4.52

4. Ahora sostengan con las pinzas el pedazo de papel aluminio y acérquenlo a la flama. Observen qué ocurre después de 15 segundos.
5. Repitan el paso anterior con la cinta de magnesio (figura 4.53).



Figura 4.53

Análisis de resultados: ¿qué concluimos?

- Contesten las siguientes preguntas en su cuaderno.
 - » ¿Qué sucedió cuando dejaron caer la limadura de hierro sobre la flama de la vela?, ¿qué ocurrió cuando dejaron caer la limadura de cobre?
 - » ¿Qué pasó cuando quemaron el papel aluminio?, ¿y cuando quemaron la cinta de magnesio?
 - » ¿Los colores de las chispas o la flama fueron iguales?, ¿por qué suponen que es así?
 - » ¿Qué explicación darían para cada fenómeno observado?
 - » ¿Consideran que este experimento se relaciona con los procesos de óxido-reducción?, ¿por qué?
 - » Si se tiene en cuenta que en el primer caso se formó una sustancia llamada *óxido de hierro*, ¿qué sustancias se formaron en los otros tres casos?
 - » ¿Con qué sustancia del aire reaccionaron los cuatro metales?
- Escriban las ecuaciones que representen las reacciones que presenciaron. Indiquen en cada caso cuál elemento se oxidó y cuál se redujo.

Reacciones redox en la vida diaria

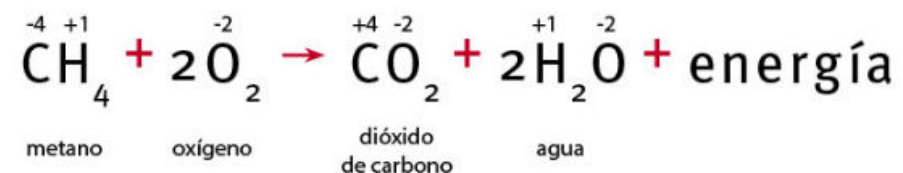
Uno de los primeros procesos químicos utilizados por el humano para alumbrarse durante la noche y para obtener calor en los días fríos fue la **combustión**. Ésta es una serie de reacciones físico-químicas mediante las cuales se **libera la energía** que se encuentra contenida en un combustible.



Figura 4-54 El triángulo de la combustión es la representación simbólica de los elementos necesarios para una reacción de este tipo.

Para llevarse a cabo, este fenómeno requiere la interacción de tres factores: un **combustible** (carbón, madera, gasolina y queroseno, entre otros), un **comburente** (como el oxígeno), y cierta cantidad de **energía** que dé comienzo al proceso; esto se muestra gráficamente en el triángulo de la combustión (figura 4.54).

Ahora bien, con la combustión completa de un hidrocarburo se obtiene dióxido de carbono (CO₂) y agua (H₂O). Como ejemplo veamos la reacción de la combustión completa del metano o gas natural. En ésta, el carbono se oxida y el oxígeno se reduce, es decir, ocurre una óxido-reducción.



El primer científico que reconoció a la combustión, la calcinación y la respiración como procesos de oxidación fue Antoine-Laurent Lavoisier. En sus experimentos se dio cuenta de que en estas tres reacciones participaba la misma sustancia, el oxígeno. Tiempo después de los experimentos de Lavoisier, los químicos se percataron de que, durante la combustión, el oxígeno asume el papel de agente oxidante, y el combustible, el de agente reductor.

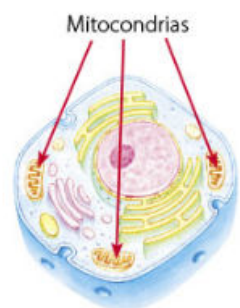


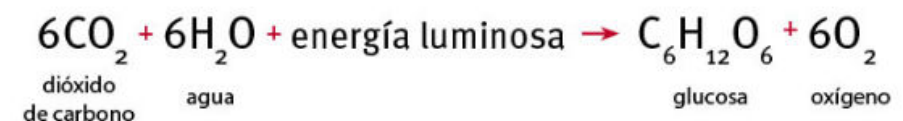
Figura 4-55 La respiración celular se produce en el orgánulo llamado mitocondria.

Respiración y fotosíntesis

La energía utilizada por los seres aerobios (que respiran oxígeno) proviene de la degradación de la glucosa en presencia de dicho elemento para formar dióxido de carbono y agua. La respiración celular consiste en una serie de reacciones en la que se intercambian protones (H⁺) y electrones, y se libera energía de manera fragmentada, para la que se requieren diversas enzimas mitocondriales (figura 4.55). Su ecuación general se resume de la siguiente manera:



Por otra parte, la **fotosíntesis** que llevan a cabo las plantas, las algas, las cianobacterias y otros organismos se asocia con la formación de glucosa a partir de dióxido de carbono y agua (figura 4.56). Esta serie de reacciones requiere el aporte de la energía radiante suministrada por la luz solar y la presencia de pigmentos fotosintéticos, como la clorofila, que contribuyen a la captación de dicha luz. Las reacciones para la fotosíntesis se resumen del siguiente modo:



Aunque antes se pensaba que el oxígeno provenía del CO₂, ahora se sabe que es del agua, según la siguiente reacción:



Estos electrones son los que reducen la molécula de clorofila.

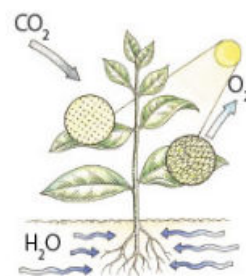


Figura 4-56 Esquema del proceso de fotosíntesis.

Fermentación

La fermentación (vista en el bloque anterior) también consiste en una serie de reacciones en las que se libera energía y se intercambian protones (H⁺) y electrones. El reactivo inicial es la glucosa, pero los productos varían en función de su tipo, por ejemplo, etanol o alcohol etílico y dióxido de carbono en la **fermentación alcohólica**, ácido láctico en la **fermentación láctica**, entre otros (figura 4.57). Estas reacciones son producidas por bacterias anaerobias, levaduras, y algunos protozoarios.

La reacción global de la fermentación alcohólica es:



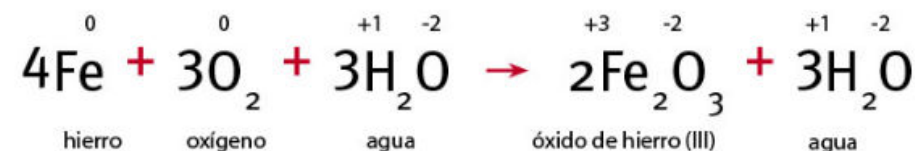
Las sustancias involucradas son:



Corrosión

La **corrosión de los metales** consiste en su oxidación cuando entran en contacto con el oxígeno y la humedad del medio; como producto se forma un óxido metálico. El caso más conocido es el del hierro, sobre el que se produce una capa llamada **herrumbre** (figura 4.58), pero también otros metales se corroen, como el cobre y sus aleaciones.

La reacción química que se lleva a cabo en la corrosión del hierro se representa así:



Este problema tiene una gran influencia económica, ya que las pérdidas que ocasiona en los países industrializados son muy elevadas. Una práctica habitual para proteger los metales de la corrosión es recubrirlos con una capa de otro material (como la pintura anticorrosiva) que evite su contacto con el oxígeno atmosférico y la humedad del ambiente.

Obtención de metales

En la industria, los metales se obtienen a partir de sus minerales empleando la reducción.

Reducción por descomposición térmica. Ésta sólo se aplica a los óxidos de algunos metales, como el óxido de plata (Ag₂O), el cual se descompone a temperaturas superiores a los 200 °C y en atmósferas inertes. La reacción es la siguiente:



Para saber más

La fermentación láctica se utiliza para elaborar yogurt. Bacterias como el *Lactobacillus bulgaricus* y el *Streptococcus thermophilus* fermentan la leche. Es probable que el yogurt haya sido inventado por tribus balcánicas hace miles de años. En 1900, el biólogo Mechnikov propuso que eran los lactobacilos de este producto los responsables de la longevidad de las personas de Bulgaria.



Figura 4-57 Son las proteínas y el ácido láctico los que le confieren al yogurt sus propiedades nutritivas.

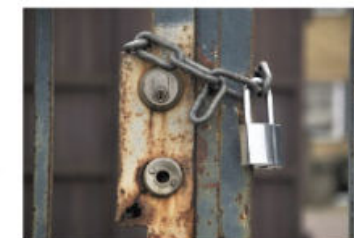
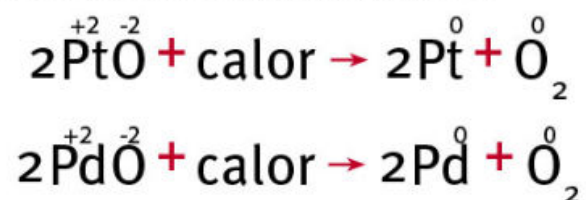


Figura 4-58 El proceso de corrosión es natural; con él, un elemento metálico se transforma en un óxido.

Esta también se aplica a los óxidos de platino (II), PtO, y de paladio (II), PdO; el primero se descompone a 500 °C; el segundo, a aproximadamente 900 °C.



Reducción por medio de un agente reductor. Otros óxidos metálicos necesitan la acción de un agente reductor, como el monóxido de carbono, el hidrógeno y, en algunos casos, un metal como el aluminio, que reduce al Fe₂O₃.

La técnica más usada para producir hierro a partir de su óxido más estable, el Fe₂O₃, es la fusión en alto horno (figura 4.59). Las principales reacciones para reducir los óxidos de hierro se llevan a cabo en un rango de temperaturas que va de los 700 a los 1 200 °C:

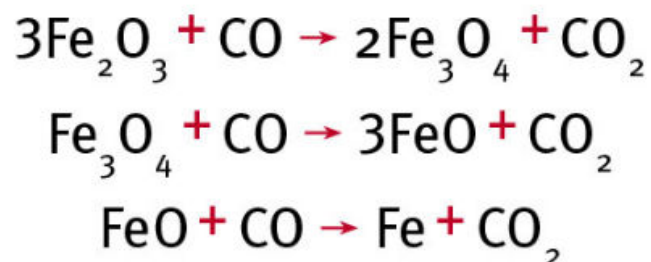


Figura 4.59 Imagen de un alto horno, donde se lleva a cabo la fusión de hierro.

Desarrolla tu pensamiento científico

- Reúnete con otros dos compañeros e investiguen en diversas fuentes cuáles son los aspectos más importantes de la combustión. Contesten las siguientes preguntas.
 - » ¿Por qué es un proceso de oxidación?
 - » ¿Qué ocurre en las combustiones incompletas? Mencionen dos ejemplos.
 - » ¿De qué manera contribuye el proceso de combustión a la contaminación del aire?
 - » ¿Por qué a nivel del mar es más común el fenómeno de corrosión?
 - » ¿Cuáles son algunos métodos para prevenirla?
- Copia en tu cuaderno todas las reacciones que se presentan en la sección "Reacciones redox en la vida diaria" y determina cuáles elementos se oxidaron y cuáles se redujeron.



Figura 4.60 Los radicales libres contribuyen al proceso del envejecimiento cuando toman el electrón que les hace falta de las células del colágeno de la piel. Como resultado, ésta pierde su elasticidad y luce seca y arrugada.

En la actualidad se sabe que los seres vivos envejecen de manera prematura, entre otros factores, debido a un proceso de oxidación causado por la acción de los **radicales libres**. Éstos son átomos o grupos de átomos con **electrones libres** (figura 4.60), los cuales resultan muy reactivos y tienden a robar un electrón a las moléculas orgánicas estables. Una vez que el radical libre ha tomado el electrón que necesitaba para estabilizarse, la molécula que lo cedió se transforma a su vez en un radical libre.

De esta manera se produce una especie de reacción en cadena que destruye las células. Los radicales libres se generan como consecuencia de la **respiración celular**, además de la exposición a las radiaciones y al consumo del tabaco.

Dichos radicales también son los responsables de ciertas enfermedades cardiovasculares, de procesos neurodegenerativos como el Alzheimer y de algunos tipos de cáncer. Para contrarrestar sus efectos, nuestro organismo produce sustancias llamadas **antioxidantes**, cuya principal función es protegernos del **daño oxidativo**. Para ello liberan electrones en la sangre, con la finalidad de que éstos sean captados por los radicales libres y, así, consigan su estabilidad.

Con la contaminación, el estrés y los estilos de vida actuales se ha vuelto necesario que los científicos busquen otras fuentes de antioxidantes (figura 4.61). Entre éstos tenemos a las **vitaminas C y E**, a los **polifenoles** (presentes en uvas, manzanas, ciruelas, arándanos, duraznos) y a los **carotenoides** (presentes en zanahorias, tomates, naranjas, papaya, lechuga y espinacas).



Figura 4.61 Muchos vegetales son ricos en antioxidantes, capaces de neutralizar la acción de los radicales libres.

Integramos

Es impresionante la variedad de reacciones de óxido-reducción que es posible encontrar a nuestro alrededor; por ejemplo, cuando utilizamos el blanqueador para ropa (figura 4.62)

se llevan a cabo reacciones químicas que provocan la transferencia de electrones. Otros casos son las pruebas de glucosa en la sangre o de alcohol en nuestro aliento, en las cuales, por medio de ciertas reacciones, se producen cambios de color originados por el intercambio de electrones entre diversas sustancias químicas.



Figura 4.62 Los blanqueadores de ropa que contienen hipoclorito de sodio funcionan como oxidantes de las manchas.

En nuestra vida diaria utilizamos una amplia gama de sustancias oxidantes como son el dicromato de potasio (K₂Cr₂O₇), usado para cromar metales, y el peróxido de hidrógeno (H₂O₂), empleado como agente antiséptico y antibacteriano. También cotidianamente encontramos sustancias reductoras como el carbón, el monóxido de carbono, el azufre, el fósforo, las maderas y los textiles, entre otros.

Desarrolla tu pensamiento científico

- Con base en lo que has aprendido, contesta las siguientes preguntas.
 - » ¿Por qué la oxidación y la reducción no ocurren una sin la otra?
 - » ¿Por qué se dice que la oxidación y la reducción describen la pérdida y la ganancia de electrones respectivamente?



Figura 4.63 La magnetita debe su nombre a la ciudad griega de Magnesia. Es un imán natural.

- La magnetita es el mineral con el que se elaboran los imanes (figura 4.63). Investiga la fórmula de este compuesto y determina cuál es el número de oxidación y reducción de los elementos que lo conforman.
- Vuelve a leer las preguntas de la sección "Comenzamos" y las respuestas que diste al inicio. ¿Ha cambiado tu opinión?, ¿qué responderías ahora?

BLOQUE 4

Fase 1



APRENDIZAJES ESPERADOS. Propone preguntas y alternativas de solución a situaciones problemáticas planteadas con el fin de tomar decisiones relacionadas con el desarrollo sustentable. Sistematiza la información de su proyecto a partir de gráficas, experimentos y modelos, con el fin de elaborar conclusiones y reflexionar sobre la necesidad de contar con recursos energéticos aprovechables. Comunica los resultados de su proyecto de diversas formas, proponiendo alternativas de solución relacionadas con las reacciones químicas involucradas. Evalúa procesos y productos de su proyecto considerando su eficacia, viabilidad e implicaciones en el ambiente.

Has concluido el cuarto bloque de tu libro de Química y ahora tienes la oportunidad de mostrar lo que has aprendido a lo largo de éste y de los bloques anteriores. Recuerda que entre los propósitos de los proyectos estudiantiles está el que integres los conocimientos y las habilidades que hayas desarrollado en este tiempo. ¡Adelante!

Propuestas de actividades para la fase 1

1. Reúnete en equipo para leer y comentar la siguiente información.

Tecnología del Cinvestav prolonga vida de turbinas

México, D.F./Lunes 16 de enero, 2012/Agencia ID.

Al concentrar altas temperaturas, las turbinas de los aviones requieren protección especial para evitar un rápido desgaste y corrosión. Ante esa problemática, científicos del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados (Cinvestav), Unidad Querétaro, han desarrollado materiales y recubrimientos capaces de proteger diversos componentes metálicos, entre ellos los componentes de las aeronaves.

La tecnología protectora se puede apreciar en forma de películas ultradelgadas del orden de micras de grosor, elaboradas a base de materiales nanoestructurados



Figura 4.64 La corrosión deteriora los materiales y en ocasiones los deja totalmente destruidos, como este tractor.

(que a simple vista tienen la apariencia de polvos). El doctor Francisco Javier Espinoza Beltrán, investigador del Cinvestav, detalló el proceso de fabricación:

“Los materiales nanoestructurados con propiedades anticorrosivas y de aislamiento térmico son impregnados sobre bases (sustratos) mediante pistolas de rociado de partículas a altas presiones. Posteriormente, mediante la ayuda de un robot, las películas nanoestructuradas son colocadas en diversas piezas metálicas aumentando así su tiempo de vida”.

De esta forma, los recubrimientos protegen partes metálicas que están expuestas a ambientes en los que la temperatura podría elevarse hasta en mil grados centígrados (figura 4.64).

El experto destacó que la síntesis de materiales y recubrimientos es un esfuerzo multidisciplinario donde participan expertos de diversas áreas tanto del Cinvestav como del Centro de Tecnología Avanzada (Ciateq). Agregó que actualmente existen proyectos entre el Centro de Investigación y empresas transnacionales que requieren materiales de alta durabilidad, como es el caso de General Electric.

Otro ejemplo de la implementación de esta tecnología se observa actualmente en el desarrollo de recubrimientos para turbinas geotérmicas en la planta de Los Azufres, Michoacán, perteneciente a la Comisión Federal de Electricidad.

“La planta tiene constantes problemas en el desgaste de sus turbinas debido a que el vapor geotérmico arrastra componentes químicos que, después de un número de horas de tiempo de trabajo, corroen los componentes. La idea del proyecto es desarrollar recubrimientos que incrementen el tiempo de vida de estos insumos”, finalizó el experto.

Tomado de Agencia ID, “Tecnología del Cinvestav prolonga vida de turbinas”, en Veracruz Informa [en línea], 16 de enero de 2012, disponible en <<http://www.redir.mx/SQC-235a>> (Consulta: 5 de julio de 2016).

Dato interesante: una ventana solar que genera energía

Pythagoras Solar dio a conocer la primera unidad de vidrio transparente fotovoltaico (VTF), diseñado para ser integrado fácilmente en los edificios convencionales. “Hay muchas compañías, hoy en día, que fabrican ventanas energéticamente eficientes, o generadores fotovoltaicos de energía, tales como tragaluces, pero es la primera vez que alguien ha combinado realmente las ventajas en un producto”, dijo el director de la firma, Gonen Fink. En junio, la ventana de Pythagoras Solar ganó el prestigioso Desafío Ecoimaginación de GE, que reconoce las innovaciones más prometedoras para captar, gestionar y utilizar la energía en los edificios (figura 4.65).



Figura 4.65 Edificio con paneles solares.

Tomado de “Ventana solar. Una ventana solar que da energía”, en Renovados. Energías renovables, sin fecha, disponible en <<http://www.redir.mx/SQC-235b>> (Consulta: 5 de julio de 2016).

Energías alternativas: ¿opción o imposición?

La energía es fundamental para el desarrollo de un país y de su población. Se la utiliza para hacer funcionar máquinas, herramienta y servicios. Además, es un bien de consumo final que se utiliza para la satisfacción humana.

Vivimos en años en los que la tecnología controla nuestra sociedad. Esta tecnología se utiliza como combustible y materia prima para sus producciones, en especial al petróleo (figura 4.66).



Figura 4.66 Aunque hay otros tipos de combustible para automóvil, la gasolina, un derivado del petróleo, es el más utilizado.

Te invitamos a que lean las partes II y III de esta nota en:

Parte II
(<http://www.redir.mx/SQC-236b>)

Parte III
(<http://www.redir.mx/SQC-236c>)

El petróleo no sólo es combustible en motores energéticos, sino que de él se extraen muchos subproductos y derivados, tales como maquillajes, lubricantes, plásticos, materiales compuestos o sintéticos; asimismo, es la base de muchos productos químicos y farmacéuticos, etcétera.

Por su versatilidad, la tecnología se desarrolló ampliamente en la rama petrolífera, obteniendo innumerables avances y adaptándose ciegamente a este recurso. Con respecto a esto, cabe destacar que el petróleo es un recurso no renovable o al menos no en las próximas eras geológicas. Se necesitan millones de años para que se vuelva a generar de manera natural.

Es importante resaltar que a partir de la crisis energética surgida desde los años 70, muchos investigadores se dedicaron a buscar energías alternativas. Uno de los beneficios de este tipo de energías es que no producen consecuencias ambientales



Figura 4.67 Celdas fotovoltaicas.



Figura 4.68 Aerogeneradores movidos por turbinas accionadas por el viento.

negativas tan destructivas como la de los procesos de combustión o la fisión nuclear (figura 4.67).

Estas energías se utilizarán en determinado momento de la historia, por esto se está trabajando e investigando sobre ellas para la obtención de óptimos resultados. Es importante que éstas cumplan los requerimientos de nuestras necesidades y suplan la infinidad de productos que nos brinda el petróleo y de los cuales no podemos desligarnos.

Son energías alternativas aquellas que se buscan para suplir las energías actuales, en razón de su menor efecto contaminante y de su capacidad de renovación (figura 4.68).

Tomado de Cecilia María Lolácono, Yanina Paola Rivas, "Energías alternativas ¿opción o imposición?" en Alfinal.com [en línea], sin fecha, disponible en (<http://www.redir.mx/SQC-236a>). (Consulta: 5 de julio de 2016).

Propuestas de actividades para la fase 2

Ahora les corresponde planear las actividades que darán respuesta al problema.

- Después de comentar las lecturas anteriores, escriban qué datos consideran importantes. Comenten qué posibles soluciones desarrollarán en su proyecto.
- Elijan el tema o problema en torno al que les gustaría trabajar.
 - ¿Cómo evitar la corrosión?
 - ¿Cuál es el efecto de los combustibles y sus posibles alternativas de solución?
- En primera instancia, respondan las siguientes preguntas acerca del tema elegido.
 - ¿Qué sabemos? ¿Qué necesitamos investigar? ¿Cómo nos ayudará esta información a resolver el problema elegido?

Es momento de desarrollar las actividades planeadas. No olviden consultar y comentar con el profesor sus dudas e inquietudes, háganle saber sus avances, y registren las observaciones y retroalimentaciones que él les hace.



Propuestas de actividades para la fase 3

- Delimiten la temática por desarrollar; planeen las actividades que llevarán a cabo, cómo las presentarán y decidan qué tipo de proyecto será: científico, tecnológico o ciudadano. Si lo consideran apropiado, utilicen el siguiente formato que sirvió a un grupo de alumnos para planear su proyecto.

Secuencia de actividades para el proyecto

Discutir entre todo el equipo las propuestas por investigar y elegir una de ellas

- ¿Qué sabemos del tema?

Buscar información del tema elegido

- ¿Cuál es el propósito de la investigación?
- ¿Qué necesitamos investigar?

Planear lo que necesitamos para hacerlo y cómo lo haremos

- ¿Cómo nos ayudará esta información a resolver el problema elegido?

Desarrollar el proyecto

Registrar los avances, resultados y conclusiones del proyecto

Comunicar los resultados al grupo y al profesor. Pueden escenificar una obra de teatro, hacer una presentación en PowerPoint, hacer un video, elaborar un archivo fotográfico, hacer un tríptico, o cualquier otro recurso que crean conveniente para la divulgación de su proyecto.

Autoevaluación

- ¿Cuál fue el alcance de su proyecto?
- ¿Qué harían para mejorar su trabajo?
- ¿Qué soluciones darían para mejorar el ambiente y evitar problemas en lo futuro?

¿Participé en la solución de desacuerdos o conflictos en el equipo?

A continuación les presentamos algunas actividades de un equipo, según la pregunta guía que ellos eligieron: "¿Cómo evitar la corrosión?".

Después de investigar, encontraron que la corrosión es la destrucción de los objetos metálicos y que en el ámbito mundial se disuelven alrededor de cinco toneladas de acero por este fenómeno. También leyeron que hay varios métodos para controlarla, cuya función es interferir con el mecanismo de la corrosión (figura 4.69). Para responder su pregunta, presentaron al grupo el siguiente experimento.



Figura 4.69 Existen varios métodos para evitar la corrosión. Uno de ellos es emplear pintura anticorrosiva.

BLOQUE 4



Figura 4.70 Aunque son varias las sustancias que producen el cambio que se ve en los clavos de la imagen, en todos los casos se trata de un fenómeno de oxidación.

Fase 4
COMUNICACIÓN

Materiales

Medio litro de agua de la llave, ½ l de agua salada, ½ l de líquido para limpiar con aroma de pino, ½ litro de vinagre de manzana o de caña, 12 clavos nuevos de ½ pulgada, 10 ml de blanqueador de ropa a base de cloro, 10 ml de ácido clorhídrico diluido (se consigue como ácido muriático en las tlapalerías o donde vendan artículos de limpieza), seis vasos de plástico y 10 mL de pintura de aceite (esmalte).

Procedimiento

1. Pintaron con esmalte seis clavos y dejaron que se seque la pintura.
2. En cada vaso vertieron una pequeña porción de las distintas sustancias e introdujeron dos clavos: uno sin pintar y otro pintado.
3. Observaron lo ocurrido, día tras día, por un periodo de una semana. Anotaron sus observaciones y elaboraron conclusiones (figura 4.70).

En esta fase deberán comunicar los resultados del proyecto. Consulten su cuadro de planeación y consideren si harán la presentación como pensaron inicialmente o la modificarán. Puede ser una presentación general a manera de exposición seguida por otras actividades, como una obra de teatro, un programa de radio, una feria de ciencia y tecnología, un periódico mural, una grabación en video, una conferencia, un tríptico, entre otras.

En la presentación general de un proyecto es recomendable que alguien del equipo dirija a la audiencia algunas palabras de bienvenida, y en caso de que lo consideren adecuado, que presente también las diferentes actividades o etapas de su proyecto.

Propuestas de actividades para la fase 4

1. Decidan quién presentará el proyecto y lo que dirá. Elaboren un cuadro que contenga estos datos para presentarlos en orden. Pueden utilizar uno similar al del primer proyecto. Es importante que también expliquen los problemas o dificultades que



Figura 4.71 Compartir con otras personas los resultados de un proyecto es una de las finalidades del quehacer científico

2. Destaquen los datos que obtuvieron, sus observaciones y avances; si el proyecto fue tecnológico expliquen, por ejemplo, cómo hicieron el dispositivo y los resultados que obtuvieron al ponerlo en funcionamiento; en un proyecto ciudadano, sería muy bueno que explicaran cómo piensan que benefició la comunidad.
3. Hagan preguntas al público, como las siguientes.
 - » ¿Alguna vez se han preguntado qué pasa en el organismo cuando envejecemos? ¿Tendrá esto alguna relación con el experimento que acabamos de presentar?
 - » ¿Qué aplicaciones tendrá el experimento que acabamos de presentar?

EVALUACIÓN

Éste es el momento en el que reflexionarás en torno a los logros, las deficiencias y los aprendizajes adquiridos en el desarrollo y la presentación de tu proyecto.

1. Completa, de manera individual, el siguiente cuadro.

Trabajo individual	Siempre	Algunas veces	Pocas veces	Nunca
¿Cooperé con mis compañeros de equipo?				
¿Fui participativo en las reuniones y actividades?				
¿Aporté ideas para enriquecer nuestro trabajo?				
¿Cumplí con mis tareas y responsabilidades dentro del equipo?				
¿Ayudé a quien me lo pidió aunque no fuera miembro de mi equipo?				
¿Participé en la solución de desacuerdos o conflictos dentro de mi equipo?				
¿Me gustó trabajar en equipo?				

2. Ahora completa, en equipo, el siguiente cuadro.

Trabajo en equipo	Sí	No	¿Por qué?
¿Las investigaciones que hicimos fueron suficientes para desarrollar nuestro proyecto?			
¿Las actividades y los procedimientos que elegimos fueron adecuados para presentar el tema de nuestro proyecto?			
¿La distribución del trabajo en el equipo fue adecuada y equitativa?			
¿Dentro de nuestro equipo hubo un ambiente de compañerismo, cooperación y solidaridad?			
¿Hicimos los ajustes necesarios en nuestro proyecto para mejorarlo?			
¿Logramos los propósitos y el objetivo de nuestro proyecto?			
¿Nuestro proyecto fue significativo para la comunidad a la que se dirigía?			
¿Tuvimos nuevos aprendizajes durante el desarrollo y la presentación de nuestro proyecto?			

3. Reúnete con tu grupo y profesor. Comparte y comenta las respuestas que diste en estos cuadros. Propón maneras de mejorar tu desempeño y el logro de los proyectos.

Comprueba tus competencias

Lee con detenimiento y contesta las preguntas.

¡Se oxidó mi bici!

Tu tío Enrique se ha empeñado en que heredes su bicicleta. Por eso, vas a su casa para recogerla y, volando, sales a probarla, pero... te das cuenta de que amenaza una tormenta, así que, sobre la marcha, decides volver y dejas la *bici* apoyada en la valla. Sabes que se mojará, pero piensas que no pasa nada, así se limpia.

Al cabo de unos días, cuando por fin vuelve a salir el sol, decides recoger tu *bici* y, al acercarte, observas unas manchas marrones que antes no tenía. Intentas limpiarlas pero no se quitan, no se trata de suciedad; además, la cadena está rígida y los eslabones atorados; algo ha pasado. ¿Qué ocurrió?



Preguntas

1. ¿Las manchas marrones son resultado de un cambio químico o físico? Justifica tu respuesta.
2. ¿Qué elementos han intervenido en los cambios producidos en la bicicleta?
3. ¿Qué tipo de reacción ha tenido lugar?
4. Si las partes metálicas de la bicicleta son de hierro, ¿cuál es la reacción que se llevó a cabo?
5. ¿Cómo se evita que a las bicicletas les pase lo que se menciona en el texto que le ocurrió a la del tío Enrique?

Primeras observaciones de ácidos y bases

En el siglo *xvii*, tres químicos fueron los pioneros en el estudio de las reacciones entre los ácidos y las bases. Johann R. Glauber (1604-1668) preparó muchos ácidos y sales, como la sal de Glauber, con la que hoy se siguen elaborando colorantes. Otto Tachenius (1620-1690) fue el primero en reconocer que el producto de reacción entre un ácido y una base es una sal. Por su parte, Robert Boyle (1627-1691) asoció el cambio de color en el jarabe de violetas con el carácter ácido o básico de la disolución de una sustancia.

Hoy sabemos que estas reacciones intervienen en muchos procesos biológicos.



Preguntas

1. El bicarbonato es una sustancia que se utiliza para eliminar la acidez estomacal. ¿Qué clase de sustancia es y qué reacción química se produce en dicho caso?
2. ¿Qué tipo de reacción analizó Otto Tachenius?, explícalo con un ejemplo.
3. ¿Cómo explicas lo observado por Robert Boyle en el jarabe de violetas?

Las lejías

La lejía se usa para desmanchar, limpiar y lavar desde la antigüedad. Los griegos la llamaban *konis* ("polvo", "ceniza"), de donde sale *cinis*, "ceniza", en latín (pronunciado *kinis*). Pero los romanos la llamaron *aqua lixiva* o *lixivia*, "agua colada" de cenizas.

Según Roberts y Pastor, *lejía* tiene el mismo origen indoeuropeo (*wleik-*, "fluir") que *licor*. El uso en español está documentado desde 1400, primero como *lexía* y luego como *lejía*, según Corominas. También se llamó *colada*, acepción que todavía registra el diccionario de la Real Academia. Al francés, *lixiva* pasó como *lissive* y luego *lessive*; de ahí *faire la lessive*, "lavar la ropa" (literalmente, "hacer la colada", como también se dice en español). En portugués, la lejía se llama *lixívia*, en italiano *liscivia* y en griego moderno *alisiba*.

Alguien descubrió hace milenios que el agua con cenizas es detergente, y que lo limpiador no está en el polvo negro (que mancha), sino en la disolución lechosa que se cuele de las cenizas. Este proceso (disolver lo soluble para separarlo de lo insoluble) fue llamado en latín *lixiviare*, "colar", que pasó al español y otras lenguas, aunque ya no se trate de cenizas, sino de minerales molidos o café. El diccionario de la Real Academia tardó en registrar *lejía* (1817) y *lixiviar* (1899).

Hubo muchos tipos de lejías, según el árbol del que fueran las cenizas y según el procesamiento. Entre las sustancias lixiviadas predominaron los hidróxidos de sodio y potasio, conocidos como sosa cáustica (NaOH) y potasa cáustica (KOH). Las lejías se usaban como jabón, y dieron origen al jabón haciéndolas reaccionar en caliente con diversas grasas. La producción de lejías y jabones fue casera hasta que surgió la industria química en el siglo *xix*. Pero todavía hay quienes prefieren producir su propia lejía. Por extensión, se ha llamado lejía a otras sustancias oxidantes, especialmente el hipoclorito de sodio (NaClO); pero su nombre más común (en el lavado de ropa o la desinfección de albercas) es *cloro*.

Tomado de Gabriel Zaid, "Lejía", en *Letras Libres*, 28 de febrero de 2011, disponible en <<http://www.redir.mx/SQC-241>> (Consulta: 1 de julio de 2016).



Preguntas

1. ¿Cuáles son las acepciones del término *lejía*?
2. ¿En dónde radica el poder limpiador del agua con cenizas?
3. ¿De qué reacción se habla cuando se menciona la fabricación del jabón?
4. ¿Qué productos predominan en la disolución lechosa que se cuele de las cenizas? ¿Qué se necesita para formar el jabón?
5. ¿En qué rango de pH se encuentra la lejía? ¿A qué color cambiará el papel tornasol si una muestra de ésta se pone en contacto con él?
6. Si se combinan los hidróxidos de sodio y de potasio con vinagre, ¿qué sustancias se producirán? Escribe las ecuaciones químicas correspondientes.
7. ¿Qué es el hipoclorito de sodio? ¿Por qué es una sustancia oxidante?
8. En la actualidad, ¿para qué se emplea la lejía?
9. ¿Por qué se deben emplear guantes cuando se utiliza lejía?

Química y tecnología

Competencias que se favorecen:

- Comprensión de fenómenos y procesos naturales desde la perspectiva científica.
- Toma de decisiones informadas para el cuidado del ambiente y la promoción de la salud orientadas a la cultura de la prevención.
- Comprensión de los alcances y limitaciones de la ciencia y del desarrollo tecnológico en diversos contextos.

Aprendizajes esperados

- Plantea preguntas, realiza predicciones, formula hipótesis, con el fin de obtener evidencias empíricas para argumentar sus conclusiones, con base en los contenidos estudiados en el curso.
- Diseña y elabora objetos técnicos, experimentos o modelos con creatividad, con el fin de que se describa, explique y prediga algunos procesos químicos relacionados con la transformación de materiales y la obtención de productos químicos.
- Comunica los resultados de su proyecto mediante diversos medios o con ayuda de las tecnologías de la información y la comunicación, con el fin de que la comunidad escolar y familiar reflexione y tome decisiones relacionadas con el consumo responsable o el desarrollo sustentable.
- Evalúa procesos y productos considerando su efectividad, durabilidad y beneficio social, tomando en cuenta la relación del costo con el impacto ambiental.

Contenidos

Proyectos: ahora tú explora, experimenta y actúa (preguntas opcionales). Integración y aplicación

- » ¿Cómo se sintetiza un material elástico?
- » ¿Qué aportaciones a la química se han generado en México?
- » ¿Cuáles son los beneficios y riesgos del uso de fertilizantes y plaguicidas?
- » ¿De qué están hechos los cosméticos y cómo se elaboran?
- » ¿Cuáles son las propiedades de algunos materiales que utilizaban las culturas mesoamericanas?
- » ¿Cuál es el uso de la química en diferentes expresiones artísticas?
- » ¿Puedo dejar de utilizar los derivados del petróleo y sustituirlos por otros compuestos?



Los colores del arte

Esta imagen corresponde a un fresco que se encuentra en un templo de Bonampak, sitio arqueológico ubicado en la Selva Lacandona, estado de Chiapas. ¿Cómo crees que se obtenían los colores en la antigüedad?

Actualmente, la síntesis de colores y pinturas, así como la elaboración de pigmentos, forma parte de una gran industria.

» ¿Qué tonalidades distingues en la imagen?, ¿cómo crees que se obtuvieron?

- Los colores, en todas las culturas, tienen un simbolismo concreto. Asigna a los de la imagen un significado.
- Elabora junto con tus compañeros un círculo cromático para obtener colores mediante la mezcla de distintos pigmentos.

La cultura maya desarrolló un pigmento que llamamos azul maya, parecido al turquesa, y que es característico en sus obras de arte. Si quieres saber más de este pigmento, visita las siguientes direcciones electrónicas:

<http://www.redir.mx/SQC-243a>

<http://www.redir.mx/SQC-243b>.

En este bloque tendrás la opción de trabajar diferentes proyectos en los que aplicarás los conocimientos que has adquirido a lo largo de este libro.

También ampliarás tus conocimientos químicos, ya que tendrás que investigar acerca de temas nuevos.

¿Sabes lo que es un material elástico?, ¿alguna vez te has preguntado de qué están elaborados los cosméticos que utiliza tu mamá?, ¿las civilizaciones mesoamericanas utilizaban materiales parecidos a los que tenemos actualmente?, ¿en qué habrán variado?, ¿tendremos petróleo para siempre?, ¿por qué?, ¿es posible sustituirlo por algún otro material?, ¿cuál o cuáles?



APRENDIZAJES ESPERADOS. Plantea preguntas, realiza predicciones, formula hipótesis, con el fin de obtener evidencias empíricas para argumentar sus conclusiones, con base en los contenidos estudiados en el curso. Diseña y elabora objetos técnicos, experimentos o modelos con creatividad, con el fin de que se describa, explique y prediga algunos procesos químicos relacionados con la transformación de materiales y la obtención de productos químicos. Comunica los resultados de su proyecto mediante diversos medios o con ayuda de las tecnologías de la información y la comunicación, con el fin de que la comunidad escolar y familiar reflexione y tome decisiones relacionadas con el consumo responsable o el desarrollo sustentable. Evalúa procesos y productos considerando su efectividad, durabilidad y beneficio social, tomando en cuenta la relación del costo con el impacto ambiental.

Proyecto 1. ¿Cómo se sintetiza un material elástico?

Bien, puede decirse que lo han logrado y que su educación secundaria ha llegado a su término, pero antes deberán hacer alguno de los siguientes proyectos. Lo ideal sería que los repartieran entre todo el grupo, para que cada equipo presente uno y todos tengan la oportunidad de aprender más acerca de los temas que se derivan de los contenidos estudiados durante el curso.

Los proyectos que han desarrollado hasta ahora seguramente han dejado en ustedes múltiples experiencias y aprendizajes que pueden aprovechar, por ejemplo, en la elección de alguna carrera cuando llegue el momento. Para ello deben analizar con detenimiento cuáles proyectos les gustaron más y cuáles despiertan cierto interés o motivación como para seguir por ese camino durante su preparación profesional.

¿Están listos para esta última parte? Entonces, ¡manos a la obra!

Propuestas de actividades para la fase 1

1. Lean y comenten en equipo el siguiente texto.

Los materiales elásticos o elastómeros

Los productos plásticos son un tipo de polímeros que tienen como principal materia prima a los hidrocarburos que se obtienen del petróleo. Como lo estudiaron en el bloque 3, los polímeros son largas cadenas conformadas de monómeros. Dentro de ellos, destacan los elastómeros.

La **elasticidad** se define como la capacidad que tienen determinados cuerpos para deformarse al ser sometidos a fuerzas externas y, una vez que éstas cesan, recuperar su forma original. Ésta es la característica principal de los elastómeros y de la cual deriva su nombre.

La estructura molecular de estos polímeros está formada por largas cadenas de monómeros y enlaces que se encuentran enredados cuando no se les somete a ninguna presión (figura 5.1).

Una vez que una fuerza externa presiona o estira a los elastómeros, su estructura molecular se dilata, se vuelve elástica, y regresa a su forma original cuando la presión termina. Lo que les permite regresar a su forma original es la presencia de enlaces covalentes, que son los que evitan que la deformación sea permanente.

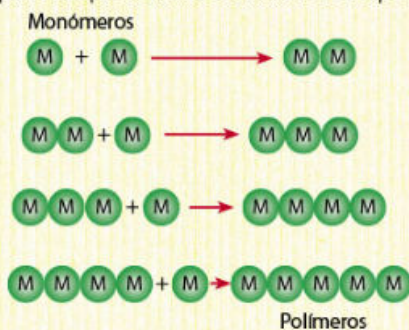


Figura 5.1 Esquema de la formación de un polímero a partir de la adición de monómeros.

Los **elastómeros** son polímeros amorfos, es decir, que no tienen una forma determinada. Mediante procesos físicos y químicos, son moldeados según las necesidades de producción. Cuando están a temperatura ambiente, los elastómeros son blandos y fácilmente deformables. Entre los más utilizados actualmente están el caucho, el neopreno y la silicona (figura 5.2).

Una manera de clasificarlos es de acuerdo con su comportamiento al elevarse la temperatura. Así, hay elastómeros termoestables, que son los que mantienen su forma y estructura aun en altas temperaturas, y elastómeros termoplásticos, que se tornan blandos y moldeables cuando se les somete al calor.

2. Con base en lo que leyeron, conversen e intercambien opiniones acerca del tema de los elastómeros. Señalen lo más importante o aquello que más llamó su atención de éstos.
3. Decidan si harán su proyecto acerca de la síntesis de los materiales elásticos o si consideran pertinente darle un giro y abordar, por ejemplo, el tema de los materiales termoplásticos o termoestables.



Figura 5.2 Los elastómeros tienen múltiples aplicaciones, por ejemplo, en la elaboración de llantas, de trajes para buceo y para fabricar productos de cocina.

Durante el ciclo escolar han planeado ya varios proyectos, así que ahora son capaces de elegir la mejor manera de llevar el control de las actividades que deben efectuar, así como a los responsables. Al hacerlo, tengan presente lo siguiente:

- » detectar el problema y lo que se debe hacer para solucionarlo;
- » saber el propósito de su trabajo, para qué se hace y cómo beneficia a su comunidad;
- » repasar los contenidos relacionados con la problemática;
- » determinar qué recursos van a utilizar;
- » establecer las acciones que deben emprender para llevar a cabo el proyecto hasta su difusión;
- » detectar las fuentes de consulta a las que deben acercarse para obtener información;
- » calcular el tiempo del que disponen para lograr sus objetivos;
- » definir los materiales gráficos que presentarán durante la fase de comunicación.

Propuestas de actividades para la fase 2

1. Comenten con su profesor las ideas que han surgido para trabajar en su proyecto.
2. Organicen las actividades y piensen la manera en la que entregarán los resultados de su investigación (reporte de proyecto) y cómo darán a conocer su trabajo.





3. Respondan las siguientes preguntas.
 - » ¿Qué es un polímero?
 - » ¿Qué significa "sintetizar un material elástico"?
 - » ¿Qué tipos de materiales elásticos encontramos en la naturaleza?
 - » ¿Qué beneficios brinda a la sociedad sintetizar estos materiales?
 - » ¿Qué polímeros están clasificados como elásticos y cuáles son sus aplicaciones en la industria y la vida cotidiana?
 - » ¿Cuáles son las ventajas y desventajas de utilizar dichos materiales?
 - » ¿Qué medidas ambientales es posible poner en marcha para evitar que los plásticos contaminen?
 - » ¿Cómo se reconocen los plásticos para su reciclaje?
 - » ¿Qué estado físico tienen los materiales elásticos?
4. Sistematicen la información obtenida de fuentes escritas y entrevistas.

Deberán investigar en revistas de divulgación científica, libros e internet para tratar de dar respuesta a la pregunta que se plantearon. La información que obtengan les ayudará a resolver sus inquietudes.

En este caso, lo ideal es presentar un experimento. La sugerencia es la siguiente, aunque pueden recurrir a otras experiencias, las cuales deberán ser supervisadas por su profesor en todo momento.

Propuestas de actividades para la fase 3

1. Consigan los materiales necesarios y elaboren un material elástico.
Material: ¿qué necesitamos?
 Dos cucharadas de pegamento blanco, 2 cucharadas de disolución de bórax a 10%, vaso de precipitados de 100 ml, agitador, colorante vegetal de cualquier color, 100 ml de agua y guantes de látex.
Desarrollo: ¿qué hacemos?
 - Viertan el bórax, el pegamento y el colorante en el vaso de precipitados.
 - Agreguen el agua y agiten hasta obtener una mezcla homogénea.
 - Tomen la mezcla con sus manos y jueguen un poco con ella: aplástenla, estírenla, vean si rebota.
 - Observen qué sucede y registrenlo.
 - Hagan un informe detallado acerca del experimento.
2. Lleven a cabo las actividades que planearon. Procuren consultar a su profesor siempre que sea necesario e informarle de los avances; registren la información que obtengan.
3. Analicen los resultados para sacar conclusiones y así escribir el reporte.

Para este momento, ya deben tener definida la manera en la que darán a conocer los resultados de su proyecto. La propuesta para esta ocasión es organizar un seminario. Inviten a un químico para que dé una plática y profundice un poco más en el tema de los polímeros. Tengan presente que es posible optar por alguna otra forma de difusión, por ejemplo, una simulación de programa de radio, un periódico mural, una videoconferencia, etcétera. Para ello, elaboren un guión que les ayude a mantener un hilo conductor lógico.



Es importante que en esta fase hagan labor de concientización entre la concurrencia para que reciclen los plásticos. Por ejemplo, se pueden crear centros de acopio o instaurar algún método para contaminar menos.

Propuestas de actividades para la fase 4

1. Presenten las conclusiones de su proyecto con base en el medio de divulgación que eligieron.
2. Según los resultados, expliquen los problemas o dificultades que se les presentaron, así como las cosas que aprendieron. Les recomendamos destacar los beneficios que les aportó el desarrollo del proyecto.
3. Si participaron en un proyecto científico, destaquen los datos que obtuvieron, sus observaciones y avances; si el proyecto fue tecnológico, pueden, por ejemplo, explicar cómo hicieron el dispositivo final y los resultados que obtuvieron al ponerlo en funcionamiento; en un proyecto ciudadano, sería bueno que explicaran cómo piensan que beneficia a la comunidad.
4. Para presentar al químico que los acompañará, deben explicar brevemente a los asistentes cuál es el currículum del invitado y en qué se desempeña o en qué partes ha trabajado, entre otros datos.
5. Entreguen al profesor un informe de su proyecto, estructurado de la mejor manera posible. Incluyan imágenes y revisen su ortografía. Una forma de mejorarlo es que, días antes, lo den a leer a alguna persona adulta de su confianza para que les dé su opinión.

Evaluación

En equipo, reflexionen en torno a los logros, las deficiencias y los aprendizajes adquiridos en el desarrollo y la presentación de su proyecto. Usen estos cuadros para autoevaluarse.

Trabajo en equipo	Sí	No	¿Por qué?
Las investigaciones que hicimos fueron suficientes para desarrollar nuestro proyecto.			
Las actividades y procedimientos que elegimos fueron adecuados para presentar el tema de nuestro proyecto.			
La distribución del trabajo en el equipo fue adecuada y equitativa.			
Dentro de nuestro equipo hubo un ambiente de compañerismo, cooperación y solidaridad.			
Hicimos los ajustes necesarios en nuestro proyecto para mejorarlo.			
Logramos los propósitos y el objetivo de nuestro proyecto.			
Nuestro proyecto fue significativo para la comunidad a la que iba dirigido.			
Tuvimos nuevos aprendizajes durante el desarrollo y la presentación de nuestro proyecto.			

Trabajo individual	Sí	No	¿Por qué?
¿Cooperé con mis compañeros de equipo?			
¿Fui participativo en las reuniones y actividades?			
¿Aporté ideas para enriquecer nuestro trabajo?			
¿Cumplí con mis tareas y responsabilidades dentro del equipo?			
¿Ayudé a quien me lo pidió aunque no fuera miembro de mi equipo?			
¿Participé en la resolución de desacuerdos o conflictos dentro de mi equipo?			
¿Me gustó trabajar en equipo?			

Reúnete con tu grupo y tu profesor. Comparte y comenta las respuestas que diste en estos cuadros, y propón maneras de mejorar tu desempeño para los proyectos que aún faltan.

Proyecto 2. ¿Qué aportaciones a la química se han generado en México?

El saber científico y, en particular, el químico ha desarrollado más conocimiento en los últimos 50 años que en toda la historia de la humanidad. Por mencionar sólo un ejemplo, hoy es posible prevenir y curar enfermedades que antes eran muy perjudiciales para la salud, algunas de las cuales, incluso, llegaban a ser mortales.

La química está en todos lados; tuvo sus inicios con los alquimistas y se arraigó con Lavoisier. Gracias a esta ciencia, ahora somos capaces de explicarnos de mejor manera la composición, las propiedades y las transformaciones de la materia.

Existen muchos estudiosos de esta disciplina que han contribuido con grandes aportaciones al mundo; entre ellos se encuentran varios mexicanos. En este proyecto les proponemos hacer una investigación acerca del trabajo de científicos nacionales.

Propuestas de actividades para la fase 1

1. Reúnete con tu equipo, lean el siguiente texto y coméntenlo. Varios mexicanos han contribuido con sus aportaciones al mundo de la química.

El presidente de la Academia Mexicana de Ciencias (AMC), Arturo Menchaca Rocha, en su carácter de anfitrión de la ceremonia de clausura de los festejos en México del año internacional de la química, destacó la importancia de esta ciencia en nuestro país y las aportaciones que México ha dado a la ciencia mundial en esta rama del conocimiento.

En una ceremonia efectuada en el Auditorio Galileo Galilei de la AMC dijo que, en primer término, se encuentra el descubrimiento del elemento químico número 23, hecho por Andrés Manuel del Río (1764-1849) a principios del siglo XIX, logro que pasó desapercibido en su época, pero que gracias a la labor del físico Manuel Sandoval Vallarta hoy se reconoce en el ámbito mundial (figura 5.3).



Figura 5.3 Andrés Manuel del Río.

Fase 1

INICIO

El segundo descubrimiento —agregó— se dio con la síntesis de la noretisterona por Luis Miramontes (1925-2004), compuesto activo que fue base de la primera píldora anticonceptiva y que marcó el inicio de la liberación femenina, la revolución social más importante del siglo XX.

La tercera aportación mexicana a la ciencia mundial —añadió— fue hecha por Mario Molina (1943), al descubrir que los gases clorofluorocarbonados representan una amenaza para la capa de ozono de la atmósfera terrestre. En reconocimiento por este descubrimiento, el doctor Molina es el primero y, hasta ahora, único científico mexicano en recibir el Premio Nobel de Química (figura 5.4).

En su intervención, Menchaca Rocha aseguró que llevaría mucho tiempo enumerar los logros que los químicos mexicanos han aportado al conocimiento mundial y felicitó a todos los investigadores y profesionales de esta ciencia, así como a las instituciones de educación superior y centros de investigación que desarrollan esta disciplina.

“Desde sus orígenes mágicos hasta el desarrollo de la química moderna, como una ciencia interdisciplinaria, la química nos permite entender la transformación de la materia a partir de principios fundamentales de la naturaleza. No en vano siempre se escucha que la vida es química, el universo es químico y todo lo que nos rodea es química”, sostuvo.

En el marco de dicho coloquio, el premio Nobel, Mario Molina, presentó la ponencia “La química, el cambio climático y el ozono estratosférico” y se refirió a las acciones necesarias para enfrentar dicho problema, entre las que se encuentra establecer un precio a las emisiones de carbono para que el mercado pueda trabajar en encontrar las reducciones más baratas, por medio de un nuevo acuerdo internacional para el periodo post-Kioto.

Adaptado de Academia Mexicana de Ciencias, “Importantes aportaciones de químicos mexicanos al conocimiento mundial”, en Boletín AMC [en línea], 1 de diciembre de 2011, disponible en <http://www.redir.mx/SQC-249> (Consulta: 5 de julio de 2016).

2. Discutan acerca de las aportaciones a la química hechas por mexicanos.
3. El texto habla de tres científicos en particular; sin embargo, todas las universidades con escuelas y facultades de química del país, así como instituciones gubernamentales y privadas, hacen investigaciones interesantes (figura 5.5).



Figura 5.4 Mario Molina.



Figura 5.5 En muchas universidades mexicanas, como la de Guanajuato, se forjan excelentes estudiantes que luego pasan a ser parte activa de investigaciones científicas.



PLANEACIÓN

Así, el abanico de posibilidades para llevar a cabo este proyecto se amplía de manera notable pues, en la actualidad, en México se trabaja arduamente para satisfacer necesidades tanto del campo como de la ciudad, y los ámbitos son muchísimos, de acuerdo con los temas y conceptos que se vieron a lo largo del curso. Con base en el tema que eligieron, procuren responder estas preguntas:

- » ¿qué queremos investigar?,
- » ¿cómo lo haremos?

Para este momento, ustedes ya han adquirido suficiente experiencia en la planeación de sus proyectos, de tal manera que seleccionen aquélla con la que obtuvieron mejores resultados y que les facilitó el trabajo para terminarlo en tiempo y forma.

Es importante que ya tengan en mente al científico o científica acerca del cual deseen investigar. Algunas de las propuestas son las siguientes, pero no las únicas, así que siéntanse libres de buscar otras:

- » Silvia Bravo, por sus contribuciones e investigaciones en torno al radiotelescopio de México, entre otras muchas aportaciones;
- » Yolanda Gómez Castellanos, por su estudio de las nebulosas de gas, tanto de estrellas viejas (nebulosas planetarias) como de estrellas recién nacidas (regiones HII compactas); entre sus resultados más destacados resalta la primera detección de vapor de agua alrededor de una estrella vieja;
- » Ricardo Rosales Ledesma y su equipo de investigación, del Instituto de Investigaciones Biomédicas de la UNAM, por sus aportaciones para crear la vacuna MVAE2, contra el virus del papiloma humano;
- » José Manuel Saniger Blesa, por su dedicación al desarrollo de la nanotecnología;
- » Santiago Filardo Kerstupp, del Centro de Investigaciones Químicas de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (UAEH), y su equipo de colaboradores, siempre al pendiente de los productores campesinos para desarrollar tecnologías que los ayuden en sus labores;
- » Ramón Bolado Estandía, Anselmo Chávez Argüelles, Jaime Mora Jacobo, Jesús Solís García, Zoili Tapia Ramírez, Fernando Thomas Velázquez, todos ellos del Laboratorio de Sistemas de Combustión del Instituto Mexicano del Petróleo;
- » Juan Celada Salomón, por su invención del hierro esponja;
- » Los trabajos que se llevan a cabo en el Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica (Cideteq) en Querétaro.

Una vez seleccionada la persona o el equipo de investigadores, definan de manera general qué indagarán, para qué lo harán y cómo habrán de lograrlo. Propongan una serie de actividades y organicen como ya lo han hecho en el desarrollo de proyectos pasados.

Propuestas de actividades para la fase 2

1. Investiguen las aportaciones de los científicos en distintas fuentes de información.
2. Decidan la manera en que darán a conocer los resultados del proyecto.
3. Respondan estas preguntas: ¿qué queremos lograr?, ¿cómo reuniremos suficiente información confiable?, ¿qué aspectos de la vida y obra de los investigadores queremos destacar?

conect@mos



Ingresen al siguiente vínculo de internet y conozcan a diez destacadas científicas mexicanas:
<http://www.redir.mx/SQC-250>.

Lleven a cabo las actividades que planearon. Procuren consultar a su profesor siempre que sea necesario e informarle de los avances; registren la información que obtengan.

¿Ya saben cómo darán a conocer las conclusiones de su proyecto?

Acaso una presentación multimedia sea adecuada, pero si ustedes tienen otras ideas en mente, aprovechen su creatividad para hacer una excelente exposición. Otras opciones son usar un proyector o llevar a cabo una breve dramatización que vaya desde la niñez hasta la edad adulta del personaje investigado, pasando por su juventud. Para ello, tengan en cuenta que los científicos son generalmente muy curiosos y hacen muchas preguntas.

Es importante que hagan una reseña biográfica para indagar datos que les den una idea de la personalidad, los sueños y las metas que perseguían o persiguen los personajes de su interés, por qué se interesaron en carreras científicas, etcétera.

¿Cómo van a presentar el reporte del proyecto? Una manera distinta es que lo envíen a su profesor por correo electrónico y que lo hagan usando algún procesador de textos o programa de computadora para presentaciones. Para que no se muevan los textos ni las imágenes, hagan un PDF del documento. Si no saben utilizar esta herramienta, pregunten a su profesor o a una persona adiestrada en el manejo de procesadores de textos.

Propuestas de actividades para la fase 3

1. Después de llevar a cabo las actividades planeadas, analicen la información que obtuvieron.
2. Con base en los resultados, resuelvan el problema que se plantearon y saquen conclusiones. Éstas las presentarán en la siguiente fase del proyecto.

Preparen su presentación para divulgar la información que encontraron. Es importante que destaquen al público que en México se hace ciencia de primer nivel, y que incluso es reconocida mundialmente.

Propuestas de actividades para la fase 4

1. Antes de llevar a cabo su presentación, asegúrense de que los aparatos (si los van a utilizar) funcionen de manera correcta y ensayen sus participaciones. Recuerden que, para que todo resulte mucho más ameno, no deben leer lo que les toca decir, debe quedar claro cuál fue o es la aportación de los científicos que investigaron y cómo beneficia a algún sector de la sociedad o a las personas en general.
2. Presenten los resultados de su proyecto en el medio de divulgación que eligieron. Con base en ellos, expliquen los problemas o dificultades que se les presentaron, así como las cosas que aprendieron. Destaquen los beneficios que les aportó el desarrollo del proyecto.

Evaluación

En equipo, reflexionen acerca de los logros, las deficiencias y los aprendizajes adquiridos en el desarrollo y la presentación de su proyecto. Lleven a cabo su autoevaluación, tanto individual como por equipo, utilizando los cuadros de las páginas 247 y 248.



DESARROLLO



COMUNICACIÓN

Proyecto 3. ¿Cuáles son los beneficios y riesgos del uso de fertilizantes y plaguicidas?

A partir de este momento, la orientación que les sirvió de guía en los proyectos anteriores será menos específica, pues ahora ya dominan con soltura el conocimiento en torno a la solución de este tipo de problemas. La capacitación que han recibido es muy importante para su vida futura, ya que si la saben proyectar hacia cualquier ámbito para resolver las situaciones que se les presenten, les ayudará a ser personas mejor preparadas para afrontar las dificultades, conscientes de lo que ocurre a su alrededor e integradas a la sociedad en que viven.

Propuestas de actividades para la fase 1

1. Reúnete con tu equipo, lean el siguiente texto y coméntenlo.

Los humanos estamos en constante búsqueda de nuevos conocimientos para comprender la naturaleza, es por ello que nos hemos dado a la tarea de investigar los nutrientes que son necesarios para el óptimo desarrollo de plantas y vegetales, los cuales empleamos para nuestro consumo.

Los fertilizantes son un tipo de sustancia, compuesto o mezcla química, natural o sintética utilizada para enriquecer el suelo y favorecer el crecimiento vegetal (figura 5.6). Las plantas no necesitan compuestos complejos, del tipo de las vitaminas o los aminoácidos, esenciales en la nutrición humana, pues sintetizan todos los que precisan. Sólo exigen una docena de elementos químicos, que deben presentarse en una forma que la planta pueda absorber.

También existen los plaguicidas. Éstos son productos químicos destinados a combatir parásitos animales o vegetales que atacan a los cultivos o a la producción de ganado para abasto humano (figura 5.7).

Se estima que más de 28% de las cosechas no llegan a materializarse por efecto de las plagas, a pesar del esfuerzo humano por contener estos organismos que provocan daños a los productos; por ejemplo, virus, bacterias, protozoarios, hongos y nematodos, entre otros.

Los productos químicos empleados para el control de las especies conocidas como plagas se clasifican de la siguiente manera:

- » insecticidas; atacan insectos (pulgones, minadores, taladradores, chupadores, cochinillas, entre otros);
- » acaricidas; combaten a la araña roja y a los ácaros en general;



Figura 5.6 Los abonos orgánicos se conocen como compostas.



Figura 5.7 Los plaguicidas se aplican la mayoría de las veces rociando los cultivos directamente.



Consulten documentos escritos por especialistas, como el que hallarán en la siguiente página de internet:

<http://www.redir.mx/SQC-252a>.

Para hacer fertilizantes y plaguicidas naturales, consulten:

<http://www.redir.mx/SQC-252b>

<http://www.redir.mx/SQC-252c>.

- » nematocidas; combaten a los nematodos;
- » moluscocidas; destinados a exterminar caracoles y babosas;
- » rodenticidas; para el exterminio de ratas, ratones y topillos;
- » fungicidas; se emplean para controlar hongos parásitos,
- » herbicidas; para el control de malas hierbas;
- » repelentes; alejan a los insectos dañinos.

Adaptado de Antonio Ramírez y Alina Mijangos, "Efectos nocivos provocados por el uso de plaguicidas en la fauna silvestre de México y sus consecuencias ecológicas", en Ambiente Ecológico *www* [en línea], sin fecha, disponible en <http://www.redir.mx/SQC-253> (Consulta: 5 de julio de 2016).

Reúnanse para organizarse y calendarizar sus actividades. Ya saben que en esta fase tienen que elaborar preguntas que los vayan guiando y buscar dónde encontrarán las respuestas.

Propuestas de actividades para la fase 2

1. Algunas sugerencias de temas a investigar son las siguientes:

- » ¿Qué son los fertilizantes y para qué se utilizan?, ¿por qué es importante su uso?
- » ¿Cada cultivo necesita un tipo particular de fertilizante?, ¿por qué?
- » ¿Cuáles deben aplicarse a cultivos como arroz, trigo, maíz, sorgo, papas, frijoles, pepinos, cebollas, caña de azúcar, plátanos, algodón?
- » ¿Cómo se aplican los fertilizantes?
- » ¿Qué sucede si se aplican en exceso?
- » ¿Cómo saber si una planta necesita de algún fertilizante especial o tiene deficiencia de nutrientes específicos?
- » ¿Qué es la composta?, ¿cómo se prepara?, ¿cómo mejora el suelo?
- » ¿Qué son los plaguicidas?, ¿por qué son útiles?
- » ¿Cuáles son sus efectos ecológicos?
- » ¿Cómo se detecta el envenenamiento por plaguicidas?
- » ¿Existen tecnologías alternativas para evitar su uso?
- » ¿Cuáles son dichas tecnologías?, ¿cuáles son sus pros y sus contras?
- » ¿A qué se le denominó "revolución verde"? ¿cuál fue su efecto histórico?

Asimismo, es aquí donde tienen que decidir si van a hacer algún experimento relativo a fertilizantes o plaguicidas; para ello, consulten distintas fuentes de información en las que localicen tecnologías sencillas, y deben pensar en cómo darán a conocer los resultados de su proyecto. Tratándose de un tema como el que les ocupa, una excelente manera de hacerlo es mediante un *dossier* y una pequeña función de teatro guiñol.

Este proyecto es ideal para que se acerquen a instituciones gubernamentales, educativas y del sector privado. Por ejemplo, universidades agrarias, como la Universidad Antonio Narro, Universidad de Chapingo, el Colegio de Posgraduados (Córdoba, Puebla, San Luis Potosí, Tabasco y Veracruz), los comisariados ejidales y los productores y empresas campesinas.

Propuestas de actividades para la fase 3

1. Investiga en:
 - » Conaza (Comisión Nacional de las Zonas Áridas),



Dossier. Documentos o informes acerca de un determinado asunto o persona. Resulta ser una herramienta muy utilizada dentro del ámbito de los negocios y entre los científicos para intercambiar información.



- » Sagarpa (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación),
- » Semarnat (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales),
- » Inca Rural (Instituto Nacional para el Desarrollo de Capacidades del Sector Rural A. C.),
- » Aserca (Apoyos y Servicios a la Comercialización Agropecuaria),
- » INIFAP (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias),
- » Firco (Fideicomiso de Riesgo Compartido),
- » CMDRS (Consejo Mexicano para el Desarrollo Rural Sustentable),
- » Rendrus (Red Nacional de Desarrollo Sustentable).

Recuerden que deberán presentar a su profesor las propuestas de sus experimentos, para que él les diga si es posible llevarlos a cabo.

¿Qué conclusiones obtuvieron? ¿Ya saben qué presentarán en su reporte de proyecto? Es importante que presenten recursos gráficos como fotografías, dibujos, gráficas con estadísticas, etcétera; todo ello es muy importante para la siguiente fase.

Si optaron por el *dossier*, ordenen la información en tarjetones o documentos electrónicos. Escriban el guión acerca de alguna problemática en particular, considerando los conceptos abordados. Por ejemplo, concientizar a las personas respecto al uso, a veces indiscriminado, de los fertilizantes y plaguicidas, así como su efecto ambiental.

Presenten su proyecto conforme a lo planeado; alguien del equipo debe dirigirse a la audiencia para dar unas palabras de bienvenida y presentar las actividades o etapas de su proyecto. Si surge alguna dificultad durante la exposición, improvisen. No les será difícil hacerlo, pues tienen el conocimiento y la experiencia necesarios para llevar a buen término su trabajo. En el teatro guiñol, involucren al público, por ejemplo, lanzando preguntas sencillas para que éste participe.

Evaluación

En equipo platiquen acerca de sus logros, las deficiencias y vicisitudes que tuvieron, así como los aprendizajes adquiridos en el desarrollo y la presentación de su proyecto. Lleven a cabo su autoevaluación individual y por equipo, utilizando los cuadros de las páginas 247 y 248.

Proyecto 4. ¿De qué están hechos los cosméticos y cómo se elaboran?

Reúnete con tu equipo, lean la siguiente información y coméntenla. Si desconocen el significado de alguna palabra, búsqüenla en el diccionario.

Los cosméticos de la antigüedad

Los antiguos egipcios ya usaban sombras para ojos hace más de 5 000 años, tanto por razones estéticas como prácticas: la pintura sobre los párpados ayudaba a protegerlos de los reflejos del sol. Dicha pintura era una pasta espesa hecha de **malaquita** (carbonato de cobre de color verde vetado).

Como otras mujeres egipcias del siglo I a.n.e, la reina Cleopatra usaba una sombra de color azul hecha con lapislázuli molido en los párpados superiores, y una de malaquita en los inferiores; se oscurecía las cejas y las pestañas con un polvillo de sulfuro de plomo mezclado con grasa de camero. Con ocre rojo se pintaba los labios y se ruborizaba las mejillas, y se untaba tinte de alheña en las manos para darles un aspecto rosado y juvenil (figura 5.8).

El **tinte de alheña** también se usaba como barniz de uñas, previamente espesado con cato, sustancia que se extrae de diversos árboles, entre ellos la acacia; los hombres egipcios se teñían con alheña el pelo y la barba.

Hace más de 2 000 años una tez pálida era considerada en Grecia más atractiva que una sonrosada, así que las mujeres se embellecían la cara con **albayaide** mezclado con cera, aceite, grasa o clara de huevo (figura 5.9). Este maquillaje les daba una palidez vistosa, en efecto, pero a la larga las envenenaba: el plomo del albayaide absorbido por la piel provocaba trastornos digestivos, mareos, disnea, parálisis de las extremidades, dolores de cabeza y en ocasiones ceguera y muerte.

Los romanos ricos, tanto hombres como mujeres, también usaban albayaide y otros cosméticos. El emperador Nerón y Popea, su segunda esposa, usaban un maquillaje hecho de minio en el siglo I de nuestra era, pero también se aplicaban por la noche un emplasto facial hecho de masa y leche de burra.

Hacia el año 1000, el médico, filósofo y científico persa Avicena (980-1037) consiguió aislar los aceites esenciales de las plantas por medio de las destilaciones, lo que facilitó el comercio y el transporte de las sustancias cosméticas. Para mejorar el aroma se añadían algunas sustancias animales, éstas en estado natural son malolientes, pero profundizan, mejoran y resaltan los aromas principales de un perfume, los más utilizados fueron el almizcle, el ámbar, la algalia y el aceite de castor.

A finales de la Edad Media los cruzados llevaron a Europa los cosméticos orientales, y a pesar de sus efectos nocivos, el albayaide se usó como maquillaje en ese continente hasta el siglo XVIII.

En la Europa renacentista se empleó con fines estéticos otra sustancia venenosa: la **belladona**, de cuyo fruto se obtenía un extracto de efectos narcóticos. Dicho nombre en lengua italiana significa "mujer hermosa", pues cuando se aplica en los ojos dilata las pupilas y las hace brillar. Pero la belladona contiene atropina, sustancia que puede lesionar el globo ocular y causar ceguera.



Figura 5.8 En 2009, en una investigación del museo de Louvre, en Francia, se dio a conocer que el maquillaje que usaba Cleopatra contenía sales de plomo.



Figura 5.9 En este fresco antiguo del palacio de Cnosos, en la Isla de Creta, se aprecian los cánones de belleza de aquella época.

Albayaide. Sólido blanco, muy tóxico, formado por carbonato básico de plomo (II), que se emplea como pigmento.



Las europeas del Renacimiento también usaban colorete de labios hecho con escamas desecadas de cierta cochinilla que se criaba en los cactus de México y otros países. Éstas se mezclaban con clara de huevo, alumbre y, luego, yeso blanco o alabastro molido para formar el lápiz labial (figura 5.10). Una sustancia usada en el siglo XVII para eliminar pecas era el doruro de mercurio, un veneno tan mortífero que 1 g basta para causar la muerte: al ser absorbido por la piel destruye los tejidos y el sistema nervioso.

Adaptado de "Los cosméticos en la antigüedad", en Selecciones México [en línea], sin fecha, disponible en <http://www.redir.mx/SQC-256> (Consulta: 5 de julio de 2016).



Figura 5.10 En esta ilustración de la corte del rey Enrique VIII se muestra cómo mujeres y hombres de Inglaterra maquillaban sus rostros.

En la corte de Elizabeth I de Inglaterra, fueron muy populares los tratamientos basados en agua de rosas para el cabello, el ungüento de flor de saúco, la salvia para blanquear los dientes, los baños en vino, las máscaras de clara de huevo y miel para alisar las arrugas y los pétalos de geranio como rojo de labios. También utilizaban productos peligrosos como el albayalde para blanquear sus caras y cuello, rojo de labios a base de sulfuro de mercurio, sublimado de mercurio para eliminar manchas y un tinte del cabello a base de sulfuro de plomo, cal viva y agua.

En el siglo XIX se suceden los avances científicos y empieza en París el comercio de las perfumerías, que eran atendidas por personas cuyos apellidos aún perduran y siguen siendo sinónimo de elegancia y buen gusto: Roger & Gallet, Pinaud, Guerlain, Bourjois.

Eventos sociales y políticos han contribuido al desarrollo científico y utilización de cosméticos. En la década de 1980 aparece el colágeno en la cosmética, aunque el precursor fue un farmacéutico desconocido, Pierre Nement, que desde mediados de los años setenta fabricaba y vendía una crema artesanal con este ingrediente.

El año 1986 pasará a la historia por los liposomas y otros grandes descubrimientos que se utilizan en la actualidad: función barrera y lípidos en la piel, ácido hialurónico, oligoelementos, alfa-hidroxiácidos, antioxidantes con el empleo de vitaminas A, C y E, que suponen un gran avance frente al envejecimiento (figura 5.11).

La disponibilidad de técnicas más precisas permite observar alteraciones en parámetros cutáneos, lo que da como resultado productos cosméticos de mayor eficacia.

Los grandes retos actuales y a futuro de la cosmética van en la línea de la prevención y protección de las radiaciones, con el desarrollo de los filtros, y la lucha contra los radicales libres, que son moléculas reactivas que se forman por acción de la radiación, que alteran estructuras de la piel. Por otra parte, la tendencia es a usar ingredientes de origen vegetal e implementar la cosmetovigilancia para dar mayor seguridad a los usuarios.



Figura 5.11 A finales de la década de 1980 se comenzó a aplicar con fines estéticos la toxina botulínica.

Reúnanse para organizarse y calendarizar sus actividades. Ya saben que en esta fase deben elaborar preguntas que los guíen y buscar en dónde encontrar las respuestas.



Propuestas de actividades para la fase 2

1. Algunas sugerencias son las siguientes:

- » ¿Qué son los cosméticos?, ¿cuál ha sido su desarrollo histórico?
- » ¿Por qué son tan importantes estos productos?
- » ¿Cómo ha cambiado su forma de elaboración y los ingredientes que se usan?
- » ¿Por qué en la antigüedad se utilizaban sustancias peligrosas para elaborarlos?
- » ¿Se siguen usando ingredientes cuyos efectos sean desconocidos?
- » ¿Es posible elaborar cosméticos con tecnologías domésticas?
- » ¿Por qué dicha industria es tan redituable?, ¿en qué se basan para lograr ventas millonarias?
- » ¿Qué acontecimientos han contribuido al desarrollo científico y la utilización de cosméticos?, ¿tienen algún efecto ambiental?

Asimismo, es ahora cuando tienen que decidir si harán algún experimento para obtener un producto cosmético; para ello, consulten distintas fuentes de información, con la finalidad de localizar tecnologías domésticas sencillas. Deben pensar en cómo darán a conocer los resultados de su proyecto. Tratándose de un tema como el que les ocupa, una excelente manera de hacerlo es mediante la creación de una campaña publicitaria en la que promocionen su producto.

Durante esta etapa, verifiquen los ingredientes de varios cosméticos. Si es posible, que sea algo similar pero de distintas marcas, para que hagan un cuadro comparativo del costo. ¿A qué creen que se debe la diferencia?



Propuestas de actividades para la fase 3

Si desean elaborar algunos productos cosméticos, visiten las páginas de internet que se recomiendan en la sección "Conect@mos". Tengan presente que ustedes pueden buscar otras opciones. Para ello, quizá deban pedir ayuda a profesionales de la belleza que trabajen en estéticas o centros comerciales de la comunidad donde viven.

Aprovechen esta fase para reflexionar acerca del uso de estereotipos en la mercadotecnia y mensajes publicitarios de los productos cosméticos (figura 5.12). ¿Cómo van con su campaña publicitaria? ¿Ya están listos para la siguiente fase? Revisen lo que tienen y resuelvan lo que les haga falta. Sería interesante que en su campaña incluyeran una simulación de comercial para la televisión, un anuncio de radio, un espectacular y un cartel de promoción.



Figura 5.12 En las campañas publicitarias de cosméticos se contratan modelos con ciertos estereotipos.



Durante la presentación del producto que elaboraron, mencionen las semejanzas y diferencias que tiene con los que existen en el mercado. Inviten a la concurrencia a que lo pruebe o perciba su aroma, y pregúntenle su opinión acerca de él.

Manifiesten también la importancia de la industria de los cosméticos, el uso de estereotipos para enganchar a las personas y hacer que los compren, y los riesgos que se corren al usar ciertos cosméticos, como la toxina botulínica, por ejemplo.

Evaluación

En equipo, reflexionen en torno a los logros, las deficiencias y los aprendizajes adquiridos en el desarrollo y la presentación de su proyecto. Autoevalúense empleando los cuadros de las páginas 247 y 248.

Proyecto 5. ¿Cuáles son las propiedades de algunos materiales que utilizaban las culturas mesoamericanas?

Propuestas de actividades para la fase 1

1. Reúnete con tu equipo, lean el siguiente texto y coméntenlo.

Materiales en el México prehispánico

Como recordarás de tus cursos de Historia, se designa *Mesoamérica* a la región centro-sureste de México y la zona norte de Centroamérica, donde florecieron las más importantes civilizaciones prehispánicas. Desde los **olmecas**, en lo que hoy es el sur de Veracruz y Tabasco; los **mayas**, en la península de Yucatán, Chiapas, Guatemala, Belice y Honduras; los **mixtecos-zapotecas**, en lo que actualmente es el estado de Oaxaca; los **totonacas**, al norte de Veracruz; hasta los **toltecas** y **mexicas**, en el altiplano, etcétera (figura 5.13).



Figura 5.13 Mapa que muestra la región conocida como Mesoamérica.



conect@mos

Visiten estos sitios:

Perfumes: <http://www.redir.mx/SQC-258a>.

Mascarillas: <http://www.redir.mx/SQC-258b>.

Sombras de ojos y rubores: <http://www.redir.mx/SQC-258c>.

Cremas faciales: <http://www.redir.mx/SQC-258d>.

Hoy tenemos testimonios de la cultura y grandeza de esas civilizaciones, gracias a las ruinas de ciudades ancestrales que poco a poco nos han ido revelando información de suma importancia acerca de su vida cotidiana y los materiales que usaban.

Un aspecto sorprendente de las grandes estructuras mesoamericanas es la carencia de tecnología avanzada que hubiera facilitado su construcción. Sin herramientas de metal, sin poleas y hasta quizá sin la rueda, esta arquitectura requería mano de obra en abundancia. Sin embargo, fuera de este enorme requerimiento, los materiales parecen haber estado al alcance. Ellos utilizaron principalmente la **caliza**, la cual era lo suficientemente blanda para ser extraída con herramientas de piedra, para ser endurecida después de su colocación.

Además del uso estructural que le daban a la caliza, la mayor parte de la mezcla que utilizaban estaba hecha de caliza triturada, quemada y combinada con otros elementos, imitando así las propiedades del cemento, era muy utilizada para acabados de estuco y como argamasa. Aunque mejoras posteriores en la técnica de extracción redujeron la demanda del **estuco** basado en caliza, éste permaneció como elemento crucial de pilares y dinteles. En el caso de las habitaciones comunes, eran el **adobe**, la **madera** y el **bálago** (paja) los elementos principales.

En la construcción de sus viviendas también fueron parte importante el **barro**, el **adobe** y el **basalto**; en general, en sus actividades conocieron las propiedades que podían obtener de muy diversos materiales que utilizaron en distintos espacios, desde los básicos, como la vivienda, hasta de tipo ornamental (figura 5.14).



Figura 5.14 Las culturas mesoamericanas obtenían productos terminados y materias primas de regiones lejanas a sus comunidades por medio del comercio.

Concretos prehispánicos

Al asombro de la extraordinaria visión urbanística mesoamericana hay que agregar la habilidad en el empleo de los recursos naturales y la elaboración de materiales constructivos, incluido el **cemento**.

La compleja majestuosidad constructiva desarrollada por las culturas americanas sólo se pudo lograr con la utilización, entre otros, de un material muy semejante al actual concreto respecto a durabilidad y resistencia, y que evolucionó de acuerdo con la época y el lugar.

Hacia los años 110 y 500 de nuestra era, el pueblo totonaco consolidó el esplendor de su cultura en la ciudad capital del imperio, **El Tajín** —dios del trueno—, localizado en la región del Totonacapan, al norte del estado de Veracruz, inmersa en el clima tropical húmedo, circunstancia que propició el desarrollo de la tecnología de la construcción. Un acierto indudable fue, en principio, la producción de una pasta **puzolánica** natural y, después, de un concreto ligero que les permitió elaborar techos de grandes claros (figura 5.15).



Figura 5.15 En la construcción de El Tajín se usó un concreto de peso normal con cal de piedra como agregado y cal puzolánica como cementante. Además, se usó piedra pómez para el concreto ligero.

GLASARIO

Puzolanas. Materiales de origen piroclástico, resultado de erupciones volcánicas explosivas, cuyos fragmentos son transportados por el aire para, finalmente, ser depositados en la superficie del suelo o el agua.



En opinión de algunos estudiosos, la utilización de la **cal** y su acción puzolánica —endurecimiento como reacción química causada por el agua— fue descubierta gracias a la observación de que, después de hacer la masa de maíz, el agua sobrante o nejayote, que se tiraba, se endurecía. Esto se debía a que se encontraba impregnada de hidróxido de calcio y cutículas de grano de maíz.

De cualquier modo, los cementantes, así como los demás materiales de construcción usados, obedecían tanto a las exigencias climáticas como a los requerimientos sociales y a sus conceptos cósmico-religiosos.

Con la peculiaridad del uso de la cal en todos éstos, y los **agregados vegetales** como la **baba de maguey**, que servía como aglutinante, los cementantes se fueron depurando hasta lograr la excelencia arquitectónica y de ingeniería que puede admirarse hasta hoy.

Tomado de Cámara Nacional del Cemento, *En concreto. 50 años, México*, Canacem, 2000 (adaptación).

Reúnanse para decidir qué materiales investigaran en su proyecto, organizarse de la mejor manera posible y calendarizar sus actividades y terminar a tiempo.

Propuestas de actividades para la fase 2

Además de los materiales que se nombran en el texto anterior, algunos otros que también se usaron en Mesoamérica fueron los siguientes:

yute	plata	chapopote	grana cochinilla	plumas	adobe
algodón	carrizo	pieles	obsidiana	jade	oro

A continuación les presentamos algunas sugerencias para que desarrollen su proyecto.

- » ¿Qué propiedades tenían los materiales usados por las culturas mesoamericanas que permitían emplearlos con los fines que les dieron?
- » ¿Consideran que esos materiales fueron usados de manera correcta? Fundamenten su respuesta.
- » ¿Se siguen utilizando esos materiales en la actualidad con los mismos fines? ¿Cómo se utilizan ahora?
- » ¿Qué diferencias hay entre los nuevos materiales y los que se empleaban en Mesoamérica?
- » ¿Por qué es importante saber qué materiales utilizaron en su vida cotidiana? ¿Por qué es importante conservar ese legado y lo que lograron aprovechando sus propiedades especiales?

Es muy importante que recurran a diferentes fuentes de consulta, como libros de historia de México, ensayos relativos a las diferentes culturas mesoamericanas, investigaciones especializadas de historiadores y científicos, entre otras.

Si tienen que redefinir alguna de las tareas que les haya tocado o no hay muchos avances al respecto, convoquen a una reunión de equipo para resolver la situación de la mejor manera; pidan ayuda a su profesor si lo consideran necesario. Manifiesten todas sus inquietudes e inseguridades para tomar líneas de acción al respecto.



Es en esta etapa cuando, además de dar a conocer su proyecto, deben entregar a su profesor las conclusiones mediante un reporte escrito.

Durante esta fase, acuerden la manera en la que presentarán los resultados de su proyecto. Esta vez, la sugerencia es una dramatización en la que viajarán en el tiempo y se instalarán como parte de la sociedad de alguna cultura mesoamericana. De tal manera, deberán conseguir los materiales que incluirán en sus investigaciones o, al menos, nombrarlos en sus parlamentos o mostrarlos en dibujos o fotografías. Recuerden que, si ustedes tienen otras opciones, llévenlas a cabo.

Entre todos, elaboren el guión general de la presentación y el que usarán en la dramatización. Memoricen sus diálogos y ensayen varias veces para evitar contratiempos. ¿Cómo piensan ambientar una puesta en escena que tiene lugar en la antigua Mesoamérica?

Luego de la dramatización, inviten al público a reflexionar en los materiales que presentaron y externen la manera de sacarles provecho en la actualidad o pidan su opinión acerca de por qué cayeron en desuso y cuáles materiales los sustituyeron; ¿son mejores, más económicos, presentan propiedades similares?

Evaluación

En equipo, reflexionen a propósito de los logros alcanzados con su proyecto. Lleven a cabo su autoevaluación individual y por equipo, utilizando los cuadros de las páginas 247 y 248.

Proyecto 6. ¿Cuál es el uso de la química en diferentes expresiones artísticas?

Propuestas de actividades para la fase 1

1. Reúnete con tu equipo, lean el siguiente texto y coméntenlo.

Elsa Minerva Arroyo Lemus: puente entre la historia del arte y la ciencia

Elsa Arroyo es maestra en historia del arte y restauradora de bienes muebles. Desde 2010 coordina el Laboratorio de Diagnóstico de Obras de Arte del Instituto de Investigaciones Estéticas (IIE) de la UNAM. "En este laboratorio se trabaja en continuo diálogo entre disciplinas. Físicos, químicos, historiadores de arte, fotógrafos y conservadores analizamos las pinturas con técnicas de registro de la imagen, muestras bajo microscopías óptica y electrónica y otras técnicas de identificación", explica la investigadora. Todo esto se hace para entender de qué están hechas las distintas capas de una pintura: el soporte, los pigmentos, y también cómo interactúan estas capas (figura 5.16). La información que se obtiene puede servir para determinar la época de la pintura, su autor, la técnica que empleó y la mejor manera de restaurar la obra.



Figura 5.16 Los materiales con que están elaboradas las pinturas son diversos. En general, son de dos tipos: solubles en agua y solubles en aceite.



Unos sitios de internet que les resultarán de interés para lograr sus propósitos son los siguientes:

·<http://www.redir.mx/SQC-261a>

·<http://www.redir.mx/SQC-261b>



En el laboratorio, Elsa Arroyo explica que se hacen registros fotográficos de la obra con equipos que captan tanto luz visible como radiación ultravioleta e infrarroja. La luz ultravioleta revela distintas capas de barnices por las fluorescencias características de los materiales de los que están hechos. El infrarrojo permite ver dibujos subyacentes (las tablas que soportan las obras de arte a veces se reciclaban), la composición y la superposición de capas de color. La luz visible muestra la imagen tal cual la vemos con los ojos. En su laboratorio se toman fotografías con equipos de alta resolución para poder imprimir reproducciones de gran formato y estudiar los detalles de la técnica de un artista. También se aplican rayos X para obtener la imagen de la estructura constructiva de la obra y darse una idea de las posibles restauraciones pasadas.



Figura 5.17 El proceso de restauración de obras de arte hace posible que las generaciones futuras conozcan las manifestaciones artísticas de todas las épocas.

Con su trabajo en el Laboratorio de Diagnóstico de Obras de Arte, Elsa construye puentes entre la historia del arte y la ciencia, forma nuevos especialistas y fortalece el diálogo entre disciplinas (figura 5.17).

Adaptado de "¿Quién es?", en *¿Cómo Ves?*, septiembre de 2012, disponible en <http://www.comoves.unam.mx/numeros/quienes/166> (Consulta: 19 de mayo de 2013).

2. Con base en el texto anterior, comenten la relación de la química con las diferentes expresiones artísticas. En él se habla específicamente de algunas de ellas, ¿cómo estará presente la química en tales manifestaciones del arte? (figura 5.18).



Figura 5.18 En todas las expresiones del arte, la química aporta conocimientos para elaborar materiales diversos.

Reúnanse en equipo para platicar todo lo que saben de este tema y pensar si conocen a personas que incursionen en alguno de los ámbitos mencionados para entrevistarlas.

Propuestas de actividades para la fase 2

Para este proyecto, algunas preguntas guía son:

- » ¿En qué expresiones artísticas se utiliza la química?, ¿cómo se hace?
- » ¿Qué materiales se usan en esas manifestaciones del arte?
- » ¿Cómo se hace presente la química en la literatura?, ¿cómo en la escultura y la pintura?; ¿de qué materiales está hecho el maquillaje que se utiliza en el cine?, ¿cómo se hacen el celuloide (actualmente en desuso), el triacetato de celulosa y el poliéster en los que se imprimen las películas?

- » ¿Con qué materiales se fabrican las mallas de los bailarines de ballet o los atuendos de los danzantes folclóricos?
- » ¿En qué otras expresiones artísticas se encuentra la química?

La sugerencia para que presenten los resultados de su proyecto es que monten una galería de arte en el salón o algún otro lugar de su colegio. En este recinto pueden exponer reproducciones o creaciones originales con explicaciones de cómo interviene la química en las manifestaciones seleccionadas, tal como se hace en los museos.

Elaboren el cronograma de actividades y nombren a los responsables de cada tarea. Es una excelente oportunidad para revelar talentos que quizá no conozcan sus compañeros ni sus profesores.

Lleven a cabo las actividades que planearon. Procuren consultar a su profesor siempre que sea necesario e informarle de los avances que hagan; registren la información que obtengan. Recurran a fuentes como libros de arte, instituciones como Bellas Artes, el Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH), museos, galerías, personas calificadas, etcétera.

Decidan cómo dispondrán las obras que formarán parte de la exposición, con la finalidad de que el recorrido sea ameno para los visitantes. Inviten a amigos, familiares y vecinos por medio de las redes sociales en las que los tengan dados de alta como contactos, y pidan que les confirmen su asistencia.

Durante su presentación, amplíen la información con los datos que obtuvieron durante sus investigaciones y pidan la opinión de los asistentes. Eso dejará con muy buen sabor de boca a todos, pues se notará el profesionalismo con que hicieron el proyecto.

Evaluación

Reúnanse en equipo para reflexionar en torno a su desempeño en el proyecto. Lleven a cabo su autoevaluación individual y por equipo, utilizando los cuadros de las páginas 247 y 248.

Proyecto 7. ¿Puedo dejar de utilizar los derivados del petróleo y sustituirlos por otros compuestos?

Propuestas de actividades para la fase 1

1. Reúnete con tu equipo, lean el siguiente texto y coméntenlo.

Nuevos materiales biodegradables podrían sustituir al plástico común

Investigadores del Centro de Investigaciones y Estudios Avanzados (Cinvestav), de la Unidad Querétaro, desarrollaron materiales biodegradables que podrían sustituir a los plásticos comunes, derivados del petróleo, que tardan más de cien años en degradarse, con lo que buscan contribuir a la protección del ambiente.

"Estos polímeros renovables podrían sustituir a los materiales utilizados actualmente para elaborar platos de plástico o bolsas de supermercado, entre otros, que son derivados de la industria petrolera y que podrían tardar hasta 150 años en degradarse", señaló Fernando Martínez Bustos, quien dirigió la investigación.



El científico explicó que dichos materiales fueron elaborados con almidón y fibra de maíz, lo que hace más fácil su reincorporación al medio ambiente, a diferencia de los polímeros utilizados comúnmente como el **polietileno** y **polipropileno** (figura 5.19).

Estos materiales se emplean para la elaboración de envases de medicina, recipientes para alimentos, envolturas, bolsas, recubrimiento de conductores eléctricos, piezas mecánicas de artefactos electrodomésticos como engranajes, bocinas, juguetes, bienes de consumo, productos médicos, botellas, implantes médicos, en la industria automotriz y en la ingeniería, entre otras aplicaciones. “Muchos de estos productos podrían comenzar a ser elaborados con polímeros naturales, no sólo con maíz, sino también utilizando el bagazo de la caña de azúcar o la fibra de agave”, apuntó el investigador.

De acuerdo con el experto, existe una tendencia internacional en el manejo de materiales poliméricos que son amables con el medio ambiente. “Muchos países utilizan **materiales biodegradables** para la fabricación de ciertos plásticos, o toman medidas estrictas para evitar la proliferación de polímeros tradicionales que son más contaminantes. Tal es el caso de la ciudad de San Francisco donde se prohibió el uso de bolsas de supermercado hechas de polietileno”, dijo Martínez Bustos.

El especialista abundó además que México debería tomar con mayor seriedad este tipo de medidas, ya que ante la escasez de petróleo, que es inevitable, el país tiene que buscar formas de reemplazar los derivados de la industria petroquímica. “No podemos depender del petróleo, pues se terminará en algún momento, además debemos tener en cuenta que no todas las ciudades del país tienen la infraestructura necesaria para instaurar plantas de reciclaje”. Aunque los costos de producción de los **polímeros renovables** elaborados en el Cinvestav no se han establecido, el experto agregó que una vez que estos se generalicen serán más competitivos, lo que permitirá decrecer su precio.

Adaptado de Isaac Torres Cruz, “Nuevos materiales biodegradables podrían sustituir al plástico común”, en *Cronica*, 11 de febrero de 2013, disponible en <http://www.cronica.com.mx/notas/2007/337003.html> (Consulta: 20 de mayo de 2013).

2. Discutan el texto anterior en relación con los nuevos materiales biodegradables para sustituir al plástico común. ¿Les pareció interesante? ¿Por qué? Es importante que tengan presente que el petróleo es la fuente de obtención de múltiples productos, no solamente los combustibles y los plásticos (figura 5.20). Por ejemplo, en México, la actividad fundamental de la industria petroquímica es la producción de petroquímicos no básicos, derivados de la primera transformación del metano, el etano, el propano y las naftas, de los que se obtienen diversos productos



Figura 5.19 Existen plásticos que se degradan con la luz solar.



Figura 5.20 Muchos de los productos que usamos a diario se elaboran con derivados del petróleo.

que, a su vez, se usan como materias primas. Entre éstos están los polietilenos, el coruro de vinilo y óxido de etileno, los cuales son insumos utilizados por la planta productiva nacional para generar bienes tan diversos como textiles, cosméticos, fertilizantes, pesticidas, resinas, fibras y hules sintéticos, solventes, jabones y detergentes, farmacéuticos, refrigerantes y aditivos, entre otros.

3. Con base en el tema elegido, respondan, ¿qué investigaremos y cómo lo haremos?

Propuestas de actividades para la fase 2

Las siguientes preguntas les servirán de guía para planear el proyecto.

- » ¿De qué manera el uso del petróleo ha cambiado nuestra vida? ¿Qué beneficios y problemas ha ocasionado?
- » ¿Cómo se obtienen las fibras sintéticas como el poliéster, el nailon, el spandex y el dacrón?
- » ¿Qué pasaría si se dejaran de usar derivados del petróleo?
- » ¿En qué áreas se emplean éstos?
- » ¿Cómo se obtienen analgésicos, antibióticos, antihistamínicos, anticonceptivos y los anestésicos? ¿Cómo se obtuvo la aspirina? (Figura 5.21).



Figura 5.21 La aspirina es el fármaco más consumido en el mundo, y se produce gracias a un derivado del benceno.

Seleccionen las fuentes que les serán de utilidad y las instituciones a las que acudirán en busca de información que responda a sus preguntas. Ya que tengan los resultados, coméntenlos con los especialistas que contactaron, con el fin de retroalimentar y complementar la investigación y no perder la relación con quienes dominan el tema.

Si participaron en un proyecto científico, enfatizen los resultados que obtuvieron. Si el proyecto fue tecnológico, expliquen cómo hicieron el dispositivo y los resultados que obtuvieron al ponerlo en funcionamiento. En un proyecto ciudadano, expliquen la manera en que éste benefició a la comunidad.

Es importante reflexionar cómo a partir de este trabajo pueden generarse algunas preguntas que más tarde quizá sirvan como base para nuevos proyectos de investigación, así como la forma en que tales conocimientos influyen en la vida diaria.

Evaluación

Después de reflexionar en equipo acerca de su desempeño, lleven a cabo su autoevaluación utilizando los cuadros de las páginas 247 y 248.

Por último nos resta decirte que, ahora que culmina tu educación secundaria, seguramente muchos sentimientos encontrados se agolpan en tu interior y tienes muchas más preguntas de las que hiciste al llevar a cabo los proyectos. ¡Calma! Toma un respiro y continúa tu diario caminar. Ahora ya cuentas con más herramientas para alcanzar tus objetivos: has desarrollado habilidades científicas y puesto en práctica actitudes y valores que te han fortalecido. Sin embargo, siempre hay cosas por mejorar, que nos ayudarán a crecer un poco más como persona. ¡Muchas felicidades y adelante!



Fase 2



Fase 3



Fase 4

Comprueba tus competencias

Lee con detenimiento y contesta las preguntas.

Los pigmentos naturales y el arte

La necesidad de manifestarse mediante la expresión plástica se remonta a la prehistoria, época en la que ya se utilizaban los ocre y los óxidos de hierro para pintar sobre las paredes de las cuevas.

Antes de la Revolución Industrial, la variedad de colores disponibles para el arte y otros usos era técnicamente limitada. Esto provocaba que, debido a su alto costo, colores como el azul y el púrpura estuvieran asociados con la realeza. Hasta entonces, los fabricantes de pinturas utilizaban fundamentalmente pigmentos de origen vegetal y mineral. Así, para conseguir un azul fuerte y brillante, utilizaban lapislázuli, una piedra semipreciosa con la que se producía un pigmento conocido como *azul ultramar*. Por esta razón, pintores, como Van Eyck, cuando empleaban este azul, cobraban a sus clientes un precio superior al normal.

Con la conquista del Nuevo Mundo se introdujeron nuevos pigmentos y colores en las culturas de ambos lados del Atlántico. En México, la exportación del carmín derivado de la cochinilla se convirtió en la más valiosa de la región, después de la plata. Con el paso del tiempo, el alto costo de los pigmentos de origen natural motivó que se desarrollaran colorantes sintéticos (como el azul de Prusia), más baratos y fáciles de conseguir.



Preguntas

1. Algunos de los pigmentos que se usaban en otras épocas contenían sustancias tóxicas. ¿Qué usos se les daban? ¿Qué usos supones que se debían evitar?
2. ¿Por qué muchas pinturas antiguas han perdido la viveza de sus colores? ¿Cuál es el papel del restaurador?
3. ¿De dónde obtendrías pigmentos naturales? ¿Cómo lo harías?

Perfumes

Un perfume contiene entre 20 y 100 sustancias volátiles olorosas. De las plantas y las flores se obtienen aceites esenciales o esencias, los cuales son insolubles en agua y cuyo punto de ebullición es mayor que el de ésta (alrededor de 200 °C). Para obtener las esencias, se emplean métodos como la destilación, la extracción o la maceración.

Los compuestos de origen animal son pocos, pero tienen como característica que se evaporan muy lentamente y propician la fijación de otros olores. Entre estos productos están la civeta, el ámbar gris, el almizcle y el castoreo. Los perfumes que contienen estas sustancias suelen ser caros.



Preguntas

1. ¿En qué consiste el proceso de maceración? ¿Y el de destilación?
2. ¿De dónde se extrae el almizcle? ¿Y la civeta? Averígualo.
3. ¿Por qué olemos un perfume? ¿Qué relación tiene esto con su volatilidad?

Los fertilizantes y el gas venenoso

Las sustancias nitrogenadas se emplean en todo el mundo para estimular el crecimiento de las cosechas. Los granjeros han empleado los desechos de animales durante siglos como fertilizante natural. En 1898, William Ramsay (descubridor de los gases nobles) señaló el agotamiento del "nitrógeno fijado" en el ámbito mundial y predijo una escasez de alimentos a mediados del siglo xx como resultado. El hecho de que esto no haya ocurrido se debe a los trabajos de Fritz Haber.

Fritz Haber nació en 1868 en Alemania oriental. Su interés se enfocó en uno de los principales problemas químicos de esa época: ¿cómo transformar el nitrógeno atmosférico en una forma útil para las plantas? La industria alemana producía amoníaco en pequeñas cantidades, pero eso no era suficiente para aplicaciones agrícolas y existía la preocupación de que Europa, debido a su población en aumento, experimentara escasez de alimentos.

Haber y su ayudante, Robert Le Rossignol, descubrieron que la única manera de lograr la unión del nitrógeno con el hidrógeno era usar altas temperaturas (mayores de 200 °C) y presiones elevadas (200 atm). Haber y sus colaboradores lograron realizar el proceso y producir amoníaco, pero muy lentamente.

Para acelerar el proceso decidieron emplear un catalizador. Tras probar diversas sustancias encontraron que los metales osmio y uranio aceleraban la reacción. Haber comentó con emoción a sus colegas: "Tienen que ver cómo se derrama el amoníaco líquido en la reacción". El proceso era tan prometedor que Carl Bosch (1874-1940) y otros químicos realizaron más de 10 000 experimentos, donde probaron 2 000 catalizadores hasta encontrar uno basado en el óxido de hierro. El proceso fue presentado en 1913 y se conoce en la actualidad como proceso de Haber-Bosch.

Después, Haber dedicó su experiencia a resolver problemas químicos de armamento. Se transformó en el director del Servicio Químico Alemán de Armamento, cuya primera misión fue desarrollar armas gaseosas. En 1915, supervisó la primera aplicación de cloro gaseoso contra el enemigo en la tristemente célebre batalla de Ypres, en Francia. Ésta no sólo constituyó una tragedia de las armas modernas, sino que también lo fue en lo personal para Haber. Su esposa le rogaba que dejara de trabajar en gases para la guerra, y cuando él se negó a complacerla, ella se suicidó. Haber recibió el Premio Nobel en 1918 por la síntesis del amoníaco, aunque esta decisión fue ampliamente criticada debido a sus trabajos sobre armas para la guerra. Murió en Suiza en 1934.

Tomado de John C. Kotz y Paul M. Treichel, *Química y reactividad química*, España, Thomson, 2003, 5ª ed.



Preguntas

1. ¿Para qué se usan las sustancias nitrogenadas?
2. ¿Por qué Haber investigó la transformación del nitrógeno atmosférico en una forma útil para las plantas?
3. ¿Qué ventajas y desventajas tienen los fertilizantes orgánicos comparados con los sintéticos?
4. ¿Qué se consigue paliar con la síntesis del amoníaco?
5. Actualmente, el uso del amoníaco aumenta la contaminación del agua y el aire, y altera los niveles de gases de efecto invernadero. ¿Consideras que la aportación de Haber fue benéfica o perjudicial? ¿Por qué?
6. ¿Qué sucedería si se dejaran de usar los fertilizantes nitrogenados en todo el mundo? ¿Es ésta una buena alternativa? ¿Qué otra opción propondrías?

Martínez Vázquez, Ana, *Materiales hechiceros*, México, SEP/Santillana, 2004, Espejo de Urania.
 Mendinueta, Lauren, *Marie Curie. Dos veces Nobel*, México, SEP/Panamericana, 2005 (Espejo de Urania).
 Norena Villarías, Francisco, *Dentro del átomo*, México, SEP/Libros del Escarabajo, 2004 (Espejo de Urania).
 _____, *La manzana de Einstein*, México, SEP/ADN Editores, 2005 (Espejo de Urania).
 Sánchez Mora, Ana María, *Relatos de ciencia*, México, SEP/ADN Editores, 2001 (Espejo de Urania).
 Trueba Lara, José Luis (compilador) *Ciencia: una historia contada por sus protagonistas. Del siglo xx a Einstein*, México, SEP/Aguilar, 2004 (Espejo de Urania).
 VanCleave, Janice, *Química para niños y jóvenes. 101 experimentos superdivertidos*, México, Limusa-Wiley, 2002.
 Vecchione, Glen, *Experimentos sencillos de química en la cocina*, México, SEP/Oniro, 2003 (Espejo de Urania).
 Wolke, Robert L., *Lo que Einstein le contó a su cocinero*, México, SEP/Robinbook, 2004 (Espejo de Urania).
 Wood, Robert W., *Ciencia creativa y recreativa. Experimentos fáciles para niños y adolescentes*, México, SEP/McGraw-Hill Interamericana, 2004 (Astrolabio).

Bibliografía recomendada para profesores

Brawn, Eliezer, *El saber y los sentidos*, 3a ed., México, Fondo de Cultura Económica, 2003 (La ciencia para todos, 73).
 Carretero, Mario et al., *Construir y enseñar las ciencias experimentales*, 2a ed., Buenos Aires, Aique, 1997.
 Castillejos, Adela et al., *Conocimientos Fundamentales de Química*, vol. I, 1a ed., México, Pearson Educación, 2006.
 Chamizo, José Antonio, *Cómo acercarse a la química*, México, Esfinge, 2004.
 Driver, Rosalind et al., *Dando sentido a la ciencia en secundaria*, México, SEP/Visor, 2000 (Biblioteca para la actualización del maestro).
 _____, *Ideas científicas en la infancia y en la adolescencia*, 2a ed., Madrid, Ministerio de Educación y Ciencia-Centro de Publicaciones, 1992.
 Fernández, Isabel et al., "Visiones deformadas de la ciencia transmitida por la enseñanza" en *Enseñanza de las Ciencias*, vol. 20, núm. 3, 2002, pp. 477-488.

Bibliografía recomendada para estudiantes

Beltrán, Faustino, *La culpa es de las moléculas*, México, SEP/Lumen, 2006 (Espejo de Urania).
 Callan, Jim, *Sorpréndete con los grandes científicos*, México, SEP/Limusa-Wiley, 2005 (Astrolabio).
 Chamizo Alberro, Rodrigo y José Antonio Chamizo Guerrero, *La casa química*, México, SEP/ADN Editores, 2001 (Espejo de Urania).
 Chamizo Guerrero, José Antonio, *La ciencia*, México, SEP/UNAM, 2004 (Espejo de Urania).
 _____, *Química mexicana*, México, SEP-Dirección General de Publicaciones, 2003 (Espejo de Urania).
 _____ y Yosune Chamizo Alberro, *Los cuatro elementos*, México: SEP/Santillana, 2002 (Espejo de Urania).
 Chimal, Carlos, *Mario Molina y la carrera por el ozono*, México, SEP/Sistemas Técnicos de Edición, 2004 (Espejo de Urania).
 Emsley, John, *Moléculas en una exposición*, México, SEP/ Península, 2005 (Espejo de Urania).
 Flores, Maricela y Antonia Martín M., *Dos ciencias que estudian mi mundo*, México, SEP/Santillana, 2002 (Espejo de Urania).
 _____, *Relación entre materia y energía*, México, SEP/Santillana, 2002 (Espejo de Urania).
 García, Horacio, *Del átomo al hombre*, México, SEP/Santillana, 2002 (Espejo de Urania).
 _____, *El alquimista errante: Paracelso*, México, Alfaomega, 2001 (Ciencias).
 _____, *El universo de la química*, México, SEP/Santillana, 2002 (Espejo de Urania).
 García Sainz, José María, *Las manifestaciones de la materia*, México, SEP/Santillana, 2002 (Espejo de Urania).
 Hoffman, Roald y Vivian Torrence, *Química imaginada. Reflexiones sobre la ciencia*, México, SEP/Fondo de Cultura Económica, 2006 (Espejo de Urania).
 Irazoque, Glinda y José Antonio López, *La química de la vida y el ambiente*, México, SEP/Santillana, 2002 (Espejo de Urania).
 _____, *La química de los fluidos naturales*. México, SEP/Santillana, 2002 (Espejo de Urania).
 Llansana, Jordi, *Atlas básico de física y química*, México, SEP/Parramon, 2004 (Espejo de Urania).

Tabla periódica de los elementos

Simbolo → H
Hidrógeno
Masa atómica → 1.00794
Número atómico → 1
Nombre

Alcalinos (orange)
Alcalinotérreos (yellow)
Metalos de transición (light blue)
Lantánidos (dark blue)

Actínidos (pink)
Metalos del bloque p (light green)
No metalos (medium green)
Gases nobles (light blue)

Sólido (C)
Líquido (Br)
Gaseoso (H)
Sintético (Tc)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1 H 1.00794	2 He 4.00260	3 Li 6.941	4 Be 9.01218	5 B 10.811	6 C 12.0107	7 N 14.0064	8 O 15.9994	9 F 18.9984	10 Ne 19.9987	11 Na 22.98977	12 Mg 24.3050	13 Al 26.981538	14 Si 28.0855	15 P 30.973762	16 S 32.06	17 Cl 35.453	18 Ar 39.948
19 K 39.0983	20 Ca 40.078	21 Sc 44.955912	22 Ti 47.88	23 V 50.9415	24 Cr 51.9961	25 Mn 54.938045	26 Fe 55.845	27 Co 58.933195	28 Ni 58.6934	29 Cu 63.546	30 Zn 65.408	31 Ga 69.723	32 Ge 72.64	33 As 74.9216	34 Se 78.96	35 Br 79.904	36 Kr 83.798
37 Rb 85.4678	38 Sr 87.62	39 Y 88.905848	40 Zr 91.224	41 Nb 92.90638	42 Mo 95.94	43 Tc [98]	44 Ru 101.07	45 Rh 102.90550	46 Pd 106.90509	47 Ag 107.8682	48 Cd 112.411	49 In 114.818	50 Sn 118.710	51 Sb 121.757	52 Te 127.60	53 I 126.905	54 Xe 131.29
55 Cs 132.90545196	56 Ba 137.327	57 a 71 Lantánidos	72 Hf 178.49	73 Ta 180.94788	74 W 183.84	75 Re 186.207	76 Os 190.23	77 Ir 192.222	78 Pt 195.084	79 Au 196.966569	80 Hg 200.59	81 Tl 204.3833	82 Pb 207.2	83 Bi 208.980386	84 Po [209]	85 At [210]	86 Rn [222]
87 Fr [223]	88 Ra [226]	89 a 103 Actínidos	104 Rf [261]	105 Db [262]	106 Sg [263]	107 Bh [264]	108 Hs [265]	109 Mt [266]	110 Ds [267]	111 Rg [268]	112 Cn [269]	113 Nh [270]	114 Fl [271]	115 Mc [272]	116 Lv [273]	117 Ts [274]	118 Og [275]

- Flores Camacho, Fernando *et al.*, "Concepciones sobre la naturaleza de la ciencia de los profesores de biología a nivel secundaria", en *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, vol. 12, núm. 32, enero-marzo de 2007.
- Friedl, Alfred E., *Enseñar ciencias a los niños*, Barcelona, Gedisa, 2000 (Biblioteca de Educación).
- García Palacios, Eduardo *et al.*, *Ciencia, tecnología y sociedad: una aproximación conceptual*, Madrid, Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura, 2001 (Cuadernos de Iberoamérica).
- Hoffmann, Roald, *Lo mismo y no lo mismo*, México, Fondo de Cultura Económica, 2000.
- Holton, Gerald y Stephen Brush, *Introducción a los conceptos y teorías de las ciencias físicas*, 2a ed., México, Reverte, 1988.
- Lacueva, Aurora, *Ciencia y tecnología en la escuela*, Madrid, Popular/Laboratorio Educativo, 2000.
- Marín Martínez, Nicolás, "Conocimientos que interactúan en la enseñanza de las ciencias" en *Enseñanza de las Ciencias*, vol. 21, núm. 1, 2003, pp. 65-78.
- Pimentel, George y Coonrod Janice, *Oportunidades en la química. Presente y futuro*, México, McGraw-Hill, 1995.
- Pinto Cañón, Gabriel, Carlos Castro Acuña y Joaquín Urreaga Martínez, *Química al alcance de todos*, Alhambra, Pearson Educación, 2006.
- Rebolledo, Francisco, *La ciencia nuestra de cada día*, México, Fondo de Cultura Económica, 2007 (La ciencia para todos, 216).
- Romo de Vivar, Alfonso, *Química, universo, tierra y vida*, 3a ed., México, Fondo de Cultura Económica, 2003 (La ciencia para todos, 51).

Recomendación de páginas electrónicas

- "Contaminación", en *El Aire que Respiramos*, 2010, disponible en <http://www.rinconsolidario.org/aire/Webs/contamin.htm> (Consulta: 9 de agosto de 2016).
- "Energía", en *Saludalia*, 20 de agosto de 2000, disponible en <http://www.saludalia.com/vivir-sano/energia> (Consulta: 9 de agosto de 2016).
- "Recomienda el titular de Sagarpa cultivar para la producción de biocombustibles en México", en *Biodisol*, 28 de noviembre de 2008, disponible

- en <http://www.biodisol.com/biocombustibles/recomienda-el-titular-de-sagarpa-cultivar-para-la-produccion-de-biocombustibles-en-mexico-energias-renovables-biocombustibles-cultivos-energeticos> (Consulta: 9 de agosto de 2016).
- Adame, Homero, "Mitos y leyendas del Altiplano: Los huachichiles y la hacienda salinera", en *Mitos, leyendas mexicanas de Homero Adame*, 18 de octubre de 2010, disponible en <https://adameleyendas.wordpress.com/2010/10/18/mitos-y-leyendas-del-altiplano-los-huachichiles-y-la-hacienda-salinera/> (Consulta: 9 de agosto de 2016).
- Canedo, Sabrina *et al.*, "Cambio Conceptual y construcción de modelos científicos precursores en educación infantil", en *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, vol. 17, núm. 54, 2012, disponible en <http://www.seg.guanajuato.gob.mx/Ceducativa/CDocumental/Doctos/2013/Mayo/13/CambioConceptual.pdf> (Consulta: 9 de agosto de 2016).
- Casullo, Pedro y Emy Soubirón, "Química verde: metas, desafíos y formas de contribuir a su desarrollo desde la enseñanza media", en *Aportes de la química al mejoramiento de la calidad de vida*, Luis Panizzolo, coordinador, Uruguay, UNESCO, 2012, disponible en http://www.unesco.org.uy/educacion/fileadmin/educacion/2012/DAR_URUGUAY_2012.pdf (Consulta: 9 de agosto de 2016).
- Conacyt, Índice de Revistas Mexicanas de Divulgación Científica y Tecnológica, disponible en <http://conacyt.gob.mx/index.php/comunicacion/indice-de-revistas-mexicanas-de-divulgacion-cientifica-y-tecnologica> (Consulta: 9 de agosto de 2016).
- Fernández Muerza, Alex *et al.*, *E-ciencia*, 2013, disponible en <http://e-ciencia.com/actualidad/ultima-hora> (Consulta: 7 de agosto de 2016).
- Gimferrer Morató, Natalia, "Disponibilidad del aluminio en los alimentos", en *Eroski Consumer*, 16 de enero de 2012, disponible en <http://www.consumer.es/seguridad-alimentaria/ciencia-y-tecnologia/2012/01/16/206156.php> (Consulta: 9 de agosto de 2016).
- Gómez Romero, Pedro, *Cienciateca, historias de Ciencia para gente curiosa. Científicos divulgando ciencia*, disponible en <http://www.cienciateca.com> (Consulta: 9 de agosto de 2016).

- Jimeno Castillo, Fernando, *DiverCiencia*, disponible en <http://www.iestiempomodernos.com/oldweb/diverCiencia/> (Consulta: 9 de agosto de 2016).
- Llesuy, Susana, Pablo Evelson y Sandra María Ferreira, "Antoine Lavoisier: el padre de la química moderna", en *Educ.ar*, 2006, disponible en http://www.aportes.educ.ar/sitios/aportes/recurso/index?rec_id=107587&nucleo=quimica_nucleo_recorrido (Consulta: 12 de agosto de 2016).
- López Rodríguez, Norma Andrea y María Fernanda Rojas Gámez, *Definiciones de Bioquímica I*, disponible en <http://ferniredgamesa.galeon.com/index.html> (Consulta: 9 de agosto de 2016).
- Moreira, Marco Antonio, Ileana María Greca y María Luz Rodríguez, "Modelos mentales y modelos conceptuales en la enseñanza/aprendizaje de las ciencias", en *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, vol. 2, núm. 3, 2002, disponible en <http://apice.webs.ull.es/pdf/conf2.pdf> (Consulta: 9 de agosto de 2016).
- Notimex, "Energía solar y eólica: alternativas al petróleo", en *Natura-Medio Ambiental*, 16 de octubre de 2008, disponible en <http://www.natura-medioambiental.com/energia-solar-y-eolica-alternativas-al-petroleo/> (Consulta: 9 de agosto de 2016).
- Pozo, Juan Ignacio, "Más allá del cambio conceptual: el aprendizaje de la ciencia como cambio representacional", en *Enseñanza de las Ciencias*, vol. 17, núm. 3, 1999, disponible en <http://www.raco.cat/index.php/ensenanza/article/viewFile/21616/21450Rodr> (Consulta: 10 de agosto de 2016).
- Rayas, Jessica, "El reconocimiento de las ideas previas como condición necesaria para mejorar las posibilidades de los alumnos en los procesos educativos en ciencias naturales", en *Revista Xictli*, vol. 54, núm. 02, 2011, disponible en <http://189.208.102.74/u094/revista/54/02.html> (Consulta: 10 de agosto de 2016).
- Romero, Óscar, "Recuperan agua de lluvia para escuela", en *Centro Virtual de Información del Agua*, 13 de enero de 2012, disponible en <http://www.agua.org.mx/noticias-nacionales/19709-recuperan-agua-de-lluvia-para-escuela> (Consulta: 9 de agosto de 2016).

- Sardá Jorge, Ana y Neus Sanmartí Puig, "Enseñar a argumentar científicamente: un reto de las clases de ciencias", en *Enseñanza de las Ciencias*, vol. 18, núm. 3, 2000, disponible en <http://ddd.uab.es/pub/edlc/02124521v18n3p405.pdf> (Consulta: 9 de agosto de 2016).
- Sosa Fernández, Plinio Jesús, *La Química es Puro Cuento*, 2008, disponible en <http://plinios.tripod.com> (Consulta: 9 de agosto de 2016).
- UNAM, *¿Cómo Ves?*, disponible en <http://www.comoves.unam.mx> (Consulta: 9 de agosto de 2016).
- Varela, Antonio, *Ciencianet*, 2006, disponible en <http://ciencianet.com/> (Consulta: 7 de agosto de 2016).
- Varetti, Eduardo L., *La Página de la Ciencia para los Chicos... y No Tan Chicos...*, 2013, disponible en <http://pagciencia.quimica.unlp.edu.ar> (Consulta: 7 de agosto de 2016).

Bibliografía utilizada

- Bensaude Vincent, Bernadette y Stengers Isabelle, *Historia de la química*, México, Addison-Wesley Iberoamericana, 1997.
- Brown, Theodore L. *et al.*, *Química: la ciencia central*, 9a ed., México, Pearson, 2004.
- Bulbulian, Silvia, *La radiactividad*, México, Fondo de Cultura Económica, 2003 (La ciencia para todos).
- Burns, Ralph A., *Fundamentos de Química 1*, 4a ed., México, Pearson, 2003.
- Chang, Raymond y Goldsby Kenneth, *Química*, 11a ed., México, McGraw-Hill Interamericana, 2013.
- _____, *Química General para bachillerato*, 4a ed., México, McGraw-Hill Interamericana, 2008.
- Garriz, Andoni y José Antonio Chamizo, *Química*, México, Addison-Wesley Longman, 1998.
- _____, *Química universitaria*, México, Pearson, 2005.
- Hein, Morris y Susan Arena, *Fundamentos de química*, 12a ed., México, Cengage Learning Editores, 2010.
- Johl, Matthew, *Química e investigación criminal*, México, Reverte, 2008.

Kotz, John C., Paul Treichel, y Gabriela Weaver, *Química y reactividad química*, 6a ed., María Teresa Aguilar Ortega y Consuelo Hidalgo, traductoras, México, International Thomson, 2005.

Macarulla, José M. y Félix Goñi, *Bioquímica humana: curso básico*, 2a ed., Barcelona, Reverté, 1985.

Martínez Álvarez, Roberto, María Josefa Rodríguez Yunta y Luis Sánchez Martín, *Química: un proyecto de la American Chemical Society*, México, Reverte, 2005.

Petrucci, Ralph H, William S. Harwood y F. Geoffrey Herring, *Química general*, 8a ed., Madrid, Pearson, 2003.

Phillips, John et al., *Química: conceptos y aplicaciones*, México, McGraw-Hill Interamericana, 2012.

Zumdahl, Stevens, *Fundamentos de química*, 5a ed., México, Patria, 2007.

Páginas electrónicas consultadas

Aguilar Sahagún, Guillermo, Salvador Cruz Jiménez y Jorge Flores Valdés, *Una ojeada a la materia*, México, Fondo de Cultura Económica, 1997 (La ciencia para todos), disponible en <http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/html/fisica.html> (Consulta: 09 de julio de 2013).

California State University, "Discovery of the nucleus: Rutherford, Geiger, Marsden, 1906-1911", 2012, disponible en <http://www.calstatela.edu/faculty/kaniol/f2000_lect_nuclphys/lect1/nucleus_disc.htm> (Consulta: 09 de julio de 2013).

Durham University, "Bióxido de carbono (CO₂)", en *The international Volcanic Health Hazard Network*, 2013, disponible en <http://ivhnn.org/index.php?option=com_content&view=article&id=145> (Consulta: 12 de julio de 2012).

Furió, Carles y Kira Padilla, "La evolución histórica de los conceptos científicos como prerrequisito para comprender su significado actual: el caso de 'la cantidad de sustancia' y el 'mol'", en *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, núm. 17, 2003, disponible en: <http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/Articuloparaleermartes_17813.pdf> (Consulta: 09 de julio de 2013).

García Franco, Alejandra, Andoni Garritz y José Antonio Chamizo, "Enlace químico. Una aproximación constructivista a su enseñanza", en *Hacia el cambio conceptual en el enlace químico*, Silvia Bello Garcés,

coordinadora, 2008, México, UNAM, disponible en <http://andoni.garritz.com/documentos/GarciaFranco-Garritz-Chamizo Enlace-Quimico_Cap4_2009.pdf> (Consulta: 12 de julio de 2013).

Créditos Iconográficos

© Thinkstock, 2013: pp. 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 31, 34, 35, 36, 38, 39, 40, 41, 42, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 57, 58, 59, 62, 64, 65, 66, 67, 69, 71, 72, 73, 74, 77, 78, 79, 80, 81, 83, 85, 86, 87, 90, 95, 96, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 115, 120, 122, 125, 126, 127, 128, 129, 131, 132, 134, 135, 136, 139, 140, 141, 142, 144, 148, 149, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 160, 162, 163, 164, 166, 167, 168, 169, 171, 172, 174, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 188, 189, 190, 191, 193, 195, 196, 197, 199, 200, 201, 202, 203, 204, 205, 207, 209, 211, 212, 213, 214, 215, 216, 217, 218, 219, 220, 221, 222, 226, 227, 228, 230, 231, 232, 233, 235, 236, 237, 238, 240, 241, 245, 249, 251, 252, 253, 255, 256, 259, 260, 261, 262, 264, 265, 266, 267.

© Archivo SM, 2013: pp. 20, 23, 26, 27, 32, 36, 41, 47, 53, 59, 60, 61, 63, 88, 93, 97, 114, 116, 117, 118, 120, 123, 134, 143, 146, 155, 156, 157, 161, 165, 175, 205, 206, 210, 216, 223, 226, 229, 230, 233, 234, 238, 248, 249, 255, 257, 258.

© Carlos A. Vargas, 2013: pp. 40, 42, 187.

© LatinStock, 2013: p. 113.

© AFP, 2013: p. 56.

Nuestros autores:



Alberto Monnier Treviño. Es profesor e investigador titular "C" de tiempo completo en la Universidad Pedagógica Nacional (UPN) de los niveles de licenciatura, especialización y maestría. Realizó estudios de Químico bacteriólogo por el Instituto Politécnico Nacional (IPN) y tiene la maestría en Tecnología Educativa del Instituto Latinoamericano de la Comunicación Educativa (ILCE). Es coordinador del diplomado Enseñanza y Aprendizaje de Ciencias para Educación Secundaria en línea, y la especialización Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias (física, química y biología) de la UPN.



Elías Mora Velázquez. Estudió la licenciatura en pedagogía en la UPN, así como diversos diplomados en enseñanza y aprendizaje de las ciencias. Actualmente participa como asesor tutor en el diplomado en línea Enseñanza y Aprendizaje de Ciencias para Educación Secundaria.



Germán Gutiérrez López. Es ingeniero en alimentos egresado de la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM). Cursó el diplomado en Modelos Pedagógicos Alternativos para la Educación Secundaria, la especialización en Laboratorios para la Enseñanza de las Ciencias Naturales y la maestría en Desarrollo Educativo con énfasis en enseñanza de las ciencias naturales, todos en la Universidad Pedagógica Nacional (UPN). Es profesor en activo de física y química en secundaria.



sociedad #conocimiento

Los materiales de **Conect@ Entornos** están disponibles en papel y en soporte digital. Acompañan el desarrollo de las **competencias científicas** de los alumnos, desde preescolar hasta secundaria, y se apegan a las disposiciones curriculares del campo de formación **Exploración y conocimiento del mundo natural y social**.

Conect@ Entornos. Química reconoce la importancia de acercar a los docentes una variedad de **recursos didácticos** para aplicar el enfoque de enseñanza de la química. Es por ello que en el portal **www.conectadigital-sm.com.mx** podrá registrarse para que le asignemos un código con el que usted accederá al **contenido digital** y a la **guía didáctica** que, además del **solucionario** del libro, le proporcionará **orientaciones didácticas** para el tratamiento de los contenidos. En este portal también encontrará recursos de **evaluación** (reactivos tipo PLANEA), **avance programático** editable y herramientas para el **seguimiento del aprendizaje** de sus alumnos.

conect@digital



¡Gracias por permitirnos ser su compañero en la aventura de educar a los jóvenes de la Sociedad del Conocimiento!
www.conectadigital-sm.com.mx

163307

ISBN 978-607241016-9



9 786072 410169

DISTRIBUCIÓN GRATUITA
PROHIBIDA SU VENTA



www.ediciones-sm.com.mx