



# Química

Ciencias

## 3

Un enfoque competente y sustentable

Mercedes Guadalupe Llano Lomas  
Teresa Elizabeth Delgado Herrera



## DIRECCIÓN DE CONTENIDOS Y SERVICIOS EDUCATIVOS

Elsa Bonilla Rius

## GERENCIA DE PUBLICACIONES ESCOLARES

Felipe Ricardo Valdez González

## AUTORAS

Mercedes Guadalupe Llano Lomas,  
Teresa Elizabeth Delgado Herrera

## COORDINACIÓN EJECUTIVA DE CIENCIAS

Hilda Victoria Infante Cosío

## EDICIÓN

Diana Tzivia Segura Zamorano

## REVISIÓN TÉCNICA

Jorge Ortega Cárdenas

## COORDINACIÓN DE CORRECCIÓN

Abdel López Cruz

## CORRECCIÓN

Juan Alberto Bolaños Burgos

## DIRECCIÓN DE ARTE

Quetzatl León Calixto

## DISEÑO DE PORTADA

Óscar Chávez Ponce

## DISEÑO DE INTERIORES

Óscar Chávez Ponce, Sergio Salto Gutiérrez

## COORDINACIÓN DE DIAGRAMACIÓN

Jesús Arana Trejo

## DIAGRAMACIÓN

Sergio Salto Gutiérrez

## COORDINACIÓN DE ICONOGRAFÍA E IMAGEN

Ricardo Tapia

## ICONOGRAFÍA

Miguel Rodríguez

## DIGITALIZACIÓN E IMAGEN

Carlos A. López

## ELABORACIÓN DE REACTIVOS: INSTITUTO DE EVALUACIÓN Y ASESORAMIENTO EDUCATIVO (IDEA)

## ILUSTRACIÓN

Sergio Salto Gutiérrez

## PRODUCCIÓN

Carlos Olvera, Víctor Canto

*Ciencias 3 Química: Un enfoque competente y sustentable. Secundaria*

Primera edición, 2014

Segunda reimpresión, 2016

D. R. © SM de Ediciones, S. A. de C. V., 2013

Magdalena 211, Colonia del Valle,

03100, Ciudad de México

Tel.: (55) 1087 8400

www.ediciones-sm.com.mx

ISBN: 978-607-24-1019-0

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*.

La marca Ediciones SM® es propiedad de SM de Ediciones, S. A. de C. V.

Prohibida su reproducción total o parcial

Impreso en México/Printed in Mexico

*Ciencias 3 Química: Un enfoque competente y sustentable. Secundaria*

se terminó de imprimir en abril de 2015

en Quad Graphics Querétaro, S. A. de C. V.,

lote 37 s/n, Fraccionamiento Industrial La Cruz, C. P. 76240, Villa del Marqués, Querétaro.

## Estimada alumna y estimado alumno:

Este libro lo escribimos pensando en ti, que cursas el último año de educación secundaria y te inicias en el estudio de la química. Como descubrirás, esta ciencia es una de las más apasionantes y ha permitido al hombre disfrutar de un sinnúmero de beneficios y mejorar su vida. Es, además, una herramienta importante para lograr una civilización sostenible. No pretendemos ofrecerte un compendio enciclopédico de conocimientos, sino un instrumento que haga el estudio de la química interesante y útil para ti.

En este libro de texto queremos mostrarte que las sustancias que te rodean y sus transformaciones son un aspecto de tu entorno cotidiano, y que la humanidad siempre se ha preocupado por estudiarlas. Es así como ha obtenido materiales que mejoran nuestra calidad de vida. ¿Te has preguntado por qué cada vez hay mejores reproductores para tu música favorita? ¿Y cómo es posible que tus zapatos o tenis sean más bonitos o cómodos? ¿Sabías que tu vida es posible gracias a que dentro de ti ocurren cada segundo millones de transformaciones químicas?

Queremos que comprendas algunos de los aspectos básicos de la química: la naturaleza de las sustancias, sus transformaciones, su relación con la ciencia y la tecnología, su presencia en la vida diaria y su papel en el desarrollo y la conformación del mundo y la sociedad en que vives. Aquí encontrarás temas, actividades, lecturas y experimentos cuya finalidad es que desarrolles las **habilidades, actitudes y valores** necesarios para tu futuro. Sabemos que gracias a tu esfuerzo y dedicación, al trabajo en equipo y a la guía de tu profesor, al final serás una persona mejor informada y aplicarás tus conocimientos para crecer y desarrollarte como ser humano; tendrás, pues, más habilidades para el estudio y mayor capacidad de crítica, con la que te será más fácil comprender a tu sociedad, cuestionarla y participar en su transformación. ¡Te deseamos mucho éxito durante este año escolar!

## Apreciados profesora y profesor:

Su labor de educadores en ciencias, de facilitadores del aprendizaje en las escuelas y de orientadores de nuestros adolescentes es ardua, pero imprescindible y siempre satisfactoria. Tenemos la certeza de que la química es una ciencia muy importante para el desarrollo integral de los alumnos de secundaria; por ello, deseamos que este libro se convierta en una herramienta eficaz para lograr los propósitos del curso.

Elaboramos esta obra con la idea de que los estudiantes aprendan los conceptos básicos de la asignatura y, a la vez, desarrollen habilidades, actitudes y valores relacionados con las competencias científicas. Hemos puesto el énfasis en aspectos metodológicos útiles para su desenvolvimiento intelectual y su vida futura, buscando, sobre todo, que el alumno se convierta en protagonista de su propio aprendizaje.

Este material está diseñado para ser un apoyo real para la práctica docente; por un lado buscamos que las actividades, los experimentos, las lecturas y los proyectos sean significativos por estar relacionados con otras asignaturas, con la sociedad actual y con situaciones de su vida diaria; por el otro, su diseño permitirá a los estudiantes ejercer su libertad de elección. Les deseamos éxito y un excelente ciclo escolar.

Atentamente  
LAS AUTORAS

# Índice

		Página
Conoce tu libro		6
El trabajo en el laboratorio de química		9
<b>Bloque 1. Las características de los materiales</b>		<b>12</b>
La ciencia y la tecnología en el mundo actual	<b>Leción 1.</b> Relación de la química y la tecnología con el ser humano, la salud y el ambiente	14
Identificación de las propiedades físicas de los materiales I	<b>Leción 2.</b> Propiedades cualitativas, extensivas e intensivas	21
Identificación de las propiedades físicas de los materiales II	<b>Leción 3.</b> Medición de las propiedades de los materiales	32
Experimentación con mezclas	<b>Leción 4.</b> Mezclas homogéneas y heterogéneas Métodos de separación de mezclas con base en las propiedades físicas de sus componentes	39
¿Cómo saber si la muestra de una mezcla está más contaminada que otra?	<b>Leción 5.</b> Toma de decisiones relacionada con: contaminación de una mezcla. Concentración y sus efectos	53
Primera revolución de la química	<b>Leción 6.</b> Aportaciones de Lavoisier: la Ley de conservación de la masa	62
Proyectos: Ahora tú explora, experimenta y actúa. Integración y aplicación	<b>Proyecto 1.</b> ¿Cómo funciona una salinera y cuál es su impacto en el ambiente?	69
	<b>Proyecto 2.</b> ¿Qué podemos hacer para recuperar y reutilizar el agua del ambiente?	72
<b>Evaluación tipo PISA</b>		<b>76</b>
<b>Bloque 2. Las propiedades de los materiales y su clasificación química</b>		<b>78</b>
Clasificación de los materiales	<b>Leción 1.</b> Mezclas y sustancias puras: compuestos y elementos	80
Estructura de los materiales I	<b>Leción 2.</b> Modelo atómico de Bohr	88
Estructura de los materiales II	<b>Leción 3.</b> Enlace químico	97
¿Cuál es la importancia de rechazar, reducir, reusar y reciclar los metales?	<b>Leción 4.</b> Propiedades de los metales. Toma de decisiones relacionada con: rechazo, reducción, reuso y reciclado de metales	103
Segunda revolución de la química	<b>Leción 5.</b> El orden en la diversidad de las sustancias: aportaciones del trabajo de Cannizzaro y Mendeleiev	110
Tabla periódica: organización y regularidades de los elementos químicos I	<b>Leción 6.</b> Regularidades en la tabla periódica de los elementos químicos representativos. Carácter metálico, valencia, número y masa atómica	118
Tabla periódica: organización y regularidades de los elementos químicos II	<b>Leción 7.</b> Importancia de los elementos químicos para los seres vivos	125
Enlace químico	<b>Leción 8.</b> Modelos de enlace: covalente e iónico. Relación entre las propiedades de las sustancias con el modelo de enlace: covalente e iónico	131
Proyectos: Ahora tú explora, experimenta y actúa. Integración y aplicación	<b>Proyecto 1.</b> ¿Cuáles elementos químicos son importantes para el buen funcionamiento de nuestro cuerpo?	138
	<b>Proyecto 2.</b> ¿Cuáles son las implicaciones en la salud o el ambiente de algunos metales pesados?	141
<b>Evaluación tipo PISA</b>		<b>144</b>

<b>Bloque 3. La transformación de los materiales: la reacción química</b>		<b>146</b>
Identificación de cambios químicos y el lenguaje de la química	<b>Leción 1.</b> Manifestaciones y representación de reacciones químicas (ecuación química)	148
¿Qué me conviene comer?	<b>Leción 2.</b> La caloría como unidad de medida de la energía. Toma de decisiones relacionada con: los alimentos y su aporte calórico	159
Tercera revolución de la química	<b>Leción 3.</b> Tras la pista de la estructura de los materiales: aportaciones de Lewis y Pauling. Uso de la tabla de electronegatividad	168
Comparación y representación de escalas de medida	<b>Leción 4.</b> Escalas y representación. Unidad de medida: mol	175
Proyectos: Ahora tú explora, experimenta y actúa. Integración y aplicación	<b>Proyecto 1.</b> ¿Cómo elaborar jabones?	183
	<b>Proyecto 2.</b> ¿De dónde obtiene la energía el cuerpo humano?	186
<b>Evaluación tipo PISA</b>		<b>190</b>
<b>Bloque 4. La formación de nuevos materiales</b>		<b>192</b>
Importancia de los ácidos y las bases en la vida cotidiana y en la industria	<b>Leción 1.</b> Propiedades y representación de ácidos y bases	194
¿Por qué evitar el consumo frecuente de los "alimentos ácidos"?	<b>Leción 2.</b> Toma de decisiones relacionadas con: importancia de una dieta correcta	209
Importancia de las reacciones de óxido y de reducción I	<b>Leción 3.</b> Características y representaciones de las reacciones redox	215
Importancia de las reacciones de óxido y de reducción II	<b>Leción 4.</b> Número de oxidación	222
Proyectos: Ahora tú explora, experimenta y actúa. Integración y aplicación	<b>Proyecto 1.</b> ¿Cómo evitar la corrosión?	234
	<b>Proyecto 2.</b> ¿Cuál es el impacto de los combustibles y posibles alternativas de solución?	236
<b>Evaluación tipo PISA</b>		<b>240</b>
<b>Bloque 5. Química y tecnología</b>		<b>242</b>
Proyectos: Ahora tú explora, experimenta y actúa. Integración y aplicación	<b>Proyecto 1.</b> ¿Cómo se sintetiza un material elástico?	244
	<b>Proyecto 2.</b> ¿Qué aportaciones a la química se han generado en México?	249
	<b>Proyecto 3.</b> ¿Cuáles son los beneficios y riesgos del uso de fertilizantes y plaguicidas?	252
	<b>Proyecto 4.</b> ¿De qué están hechos los cosméticos y cómo se elaboran?	254
	<b>Proyecto 5.</b> ¿Cuáles son las propiedades de algunos materiales que utilizaban las culturas mesoamericanas?	256
	<b>Proyecto 6.</b> ¿Cuál es el uso de la química en diferentes expresiones artísticas?	259
	<b>Proyecto 7.</b> ¿Puedo dejar de utilizar los derivados del petróleo y sustituirlos por otros compuestos?	262
<b>Evaluación tipo PISA</b>		<b>268</b>
<b>Bibliografía</b>		<b>270</b>

# Conoce tu libro

Siempre que nos encontramos con algo nuevo, tenemos la curiosidad de saber cómo está hecho y para qué sirve. Lo mismo ocurre con los libros. Los libros tienen tesoros en las palabras que guardan para aquellos que tienen la curiosidad de leerlos. En estas páginas está el mapa que te guiará para descubrirlos. Quien descubre estos tesoros, se vuelve poseedor de una riqueza que nunca se acaba: el conocimiento. ¡Que lo disfrutes!

Esta es la programación de nuestro viaje. Les servirá a ti y a tu profesor para calcular en cuanto tiempo llegarán a cada uno de los puntos a los que nos dirigimos. **Organización de los contenidos** Aquí encontrarás las lecciones que componen los contenidos temáticos del bloque.

**BLOQUE 3**  
**La transformación de los materiales: la reacción química**

Contenido	Lección
1. Introducción	1.1. Introducción
2. Estructura de la materia	2.1. Estructura de la materia
3. Tipos de reacciones químicas	3.1. Tipos de reacciones químicas
4. Estructura de los átomos y moléculas	4.1. Estructura de los átomos y moléculas
5. Tipos de reacciones químicas	5.1. Tipos de reacciones químicas

Todos los viajes comienzan imaginando el lugar a donde nos dirigimos. Hay cinco viajes diferentes. **Entrada de bloque** Aquí verás una imagen alusiva a los contenidos del bloque.

Es un resumen de lo que verás en el viaje. **Introducción** Aquí encontrarás una breve descripción de lo que estudiarás en el bloque.

**Tabla periódica: organización y regularidades de los elementos químicos**

Regístrate en la Tabla Periódica de los Elementos Químicos representativa, Cardiorespiratoria, sistema y masa atómica.

¿Qué es la Tabla Periódica de los Elementos Químicos? Es una clasificación de los elementos químicos que muestra sus propiedades físicas y químicas, así como su estructura atómica.

¿Qué es la Tabla Periódica de los Elementos Químicos? Es una clasificación de los elementos químicos que muestra sus propiedades físicas y químicas, así como su estructura atómica.

Este es el nombre de la ruta de viaje que seguiremos. **Contenido** Es el nombre del tema principal.

Esta es una flecha de dirección. Apunta hacia dónde tenemos que ir. **Lección** Es la lección que compone al tema principal.

Esta es la descripción de algunos tesoros que aguardan a quien complete de forma correcta el viaje. **Aprendizajes esperados** Aquí están citadas las habilidades que lograrás al finalizar de estudiar el contenido.

En esta parte recordarás lo que ya conoces acerca del viaje que iniciamos.

**Reconoce lo que sabes** Al inicio de cada lección encontrarás un texto y una actividad que te ayudarán a recordar lo que ya sabes o a pensar acerca del tema de la lección.

Aquí está la descripción completa y detallada del lugar adónde vamos y de cómo usar las llaves que nos abrirán las puertas que nos encontremos. Es muy importante leerla con cuidado, ya que será la forma en que llegaremos con éxito a nuestro destino.

**Nuevos elementos** En esta sección están desarrollados los contenidos de la lección. Éstos se complementan con las diferentes actividades que encontrarás al leerla.



Como en cualquier viaje a un lugar desconocido, habrá que demostrar nuestra habilidad para soportar el clima, conseguir alimento y no desviarnos del camino. **Activa tus competencias** Estas actividades te ayudarán a desarrollar diversos tipos de habilidades, así como a aplicar y reafirmar lo que hayas aprendido.

Siempre hay que estar preparados para saber lo que significan las palabras entre los habitantes de un lugar al que antes no habíamos ido. No vaya a ser que haya algún malentendido. **Glosario** En esta sección encontrarás la explicación del significado de algunas palabras que quizá sean nuevas para ti. Éstas son importantes porque le darán sentido al texto que leerás.

**Una clasificación para Mezclas homogéneas y heterogéneas**

Una clasificación empírica de los tipos de mezclas que nos permite categorizar a las sustancias que producen en el cuerpo al ser ingeridas, así como a las sustancias que se utilizan para preparar infusiones, comúnmente llamadas infusiones, comúnmente llamadas infusiones.

**Glosario**

**Sustancia activa:** parte de un medicamento que contiene la propiedad curativa.

**Atmósfera**

El hidrógeno contiene  $6.02 \times 10^{23}$  átomos, hidrógeno y de una molécula de carbono y de oxígeno en tu tabla periódica. Recuerda que son moléculas de hidrógeno y oxígeno que resultan en un cuadro como el siguiente.

Número de partículas elementales	Masa molar (g/mol)
$6.02 \times 10^{23}$	2 g/mol

Entiéndelo como moléculas distintas, la masa molar del H<sub>2</sub> y del O<sub>2</sub> moléculas de hidrógeno y oxígeno es de  $1.66 \times 10^{-24}$  gramos.

**Para saber más**

En el mundo se producen grandes cantidades de productos químicos. Muchos de ellos se usan como sustancias para producir otros. El control de las sustancias que se emplean en la producción de productos químicos es de suma importancia. Los ODS relacionados con la producción de productos químicos son los ODS 9 y 12.

1. **Identifica moléculas, átomos, iones, etc.** en la tabla periódica. ¿Cuáles moléculas de hidrógeno y oxígeno se encuentran en tu tabla periódica? ¿Cuáles moléculas de hidrógeno y oxígeno se encuentran en tu tabla periódica? ¿Cuáles moléculas de hidrógeno y oxígeno se encuentran en tu tabla periódica?

2. **Identifica el tipo de enlace** que se establece entre moléculas de hidrógeno y oxígeno. ¿Cuál es el tipo de enlace que se establece entre moléculas de hidrógeno y oxígeno? ¿Cuál es el tipo de enlace que se establece entre moléculas de hidrógeno y oxígeno?

3. **Identifica el tipo de enlace** que se establece entre moléculas de hidrógeno y oxígeno. ¿Cuál es el tipo de enlace que se establece entre moléculas de hidrógeno y oxígeno? ¿Cuál es el tipo de enlace que se establece entre moléculas de hidrógeno y oxígeno?

4. **Identifica el tipo de enlace** que se establece entre moléculas de hidrógeno y oxígeno. ¿Cuál es el tipo de enlace que se establece entre moléculas de hidrógeno y oxígeno? ¿Cuál es el tipo de enlace que se establece entre moléculas de hidrógeno y oxígeno?

Aquí hay señales del camino que podemos seguir y de todo lo que podemos encontrar, gracias a la moderna tecnología de la información.

**Intérn@te**  
 En esta sección encontrarás las direcciones electrónicas de sitios de interés relacionados con los temas que estás estudiando. Referencias consultadas en enero de 2017.

Éstos son lugares en el mapa que no debes ignorar. ¿Quién dejaría pasar la oportunidad de acercarse a observar algo que está brillando en el camino, por más pequeño que esto sea?

**Para saber más**  
 En esta sección encontrarás fragmentos del conocimiento, y de cómo éste se relaciona con lo que nos rodea.

**La lectura siempre enriquece. Nunca debes emprender un viaje sin un libro que te acompañe.**  
**Para leer**  
 En esta sección encontrarás lecturas relacionadas con los temas que estás estudiando. Te ayudarán, además, a mejorar tu habilidad de comprensión y análisis de textos.

**El rancho Los Escobos**

1. Lee el siguiente texto, que forma parte de un libro en San Quintín, Baja California. Al terminar con...

Mi abuelo siempre estaba engarandando algún marisco, montaba era sobras, no sabía a pescada como después de eso se hacía carmitos o chorizo. La mamá guardaba para usarlo poco a poco... se hacían tortas de la línea ni del colesterol y todos eran delgados. A veces cuando se acababa el jabón, con lo que se fabricaba un jabón muy rústico, pero jabón.

**Identificación de ácidos y bases**

En esta actividad observarás experimentalmente una reacción de neutralización. Sigue los pasos y completa la información de tu reporte.

**Objetivos y actividades que se realizarán:**

- Identificar los ácidos y bases que se encuentran en los alimentos que se utilizarán.
- Identificar los ácidos y bases que se encuentran en los alimentos que se utilizarán.

**Procedimiento:**

- Preparar una solución de ácido clorhídrico (HCl) y una solución de hidróxido de sodio (NaOH).
- Añadir gota por gota la solución de NaOH a la solución de HCl, hasta que se alcance el punto de equivalencia.
- Identificar el punto de equivalencia de la reacción de neutralización.

**Análisis de resultados y conclusiones:**

- ¿Qué ocurre con el pH de la solución al añadir NaOH a HCl?
- ¿Qué ocurre con el pH de la solución al añadir HCl a NaOH?
- ¿Qué ocurre con el pH de la solución al añadir HCl a HCl?
- ¿Qué ocurre con el pH de la solución al añadir NaOH a NaOH?

Aquí se encuentra la oportunidad de adquirir los recuerdos más hermosos, aquellos que nos harán revivir las experiencias del viaje y que podremos conservar toda la vida. Pero no pierdas de vista que éstos son sólo pequeños fragmentos del tesoro más grande.

**Taller de habilidades científicas**  
 En esta sección encontrarás experimentos relacionados con el tema de la lección. Te ayudarán a desarrollar tus habilidades para diseñar y hacer experimentos, para analizar tus observaciones y los resultados obtenidos, y para construir conclusiones. Estas últimas son las bases del conocimiento.

**Bloque 3**

**Reacciones químicas**

$CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$

**Reacciones químicas**

$C_2H_6 + 3.5O_2 \rightarrow 2CO_2 + 3H_2O$

**Reacciones químicas**

$C_3H_8 + 5O_2 \rightarrow 3CO_2 + 4H_2O$

**Reacciones químicas**

$C_4H_{10} + 6.25O_2 \rightarrow 4CO_2 + 5H_2O$

¡Hay que traer las palas para desenterrar el tesoro!

**Proyectos**  
 En esta sección, al final de cada bloque, encontrarás ideas para que demuestres y apliques todas las habilidades y competencias adquiridas durante el estudio del bloque, desarrollando un proyecto en equipo que puede tener un enfoque científico, tecnológico o social.

¿A quién no le gustaría poner en práctica su destreza durante el recorrido?  
**Reconoce lo que ahora sabes**  
 En esta sección tendrás la oportunidad de reconocer lo que has aprendido a lo largo de la lección. Confrontarás tus nuevos conocimientos con los que tenías al inicio.

**Bloque 3**

**Ahora tú explora, experimenta y actúa**

**Proyectos**

1. **Levy y sus amigos en el agua caliente.**

2. **Levy y sus amigos en el agua caliente.**

3. **Levy y sus amigos en el agua caliente.**

4. **Levy y sus amigos en el agua caliente.**

**Bloque 4**

**Reacción de oxidación-reducción**

**Reacción de oxidación-reducción**

**Reacción de oxidación-reducción**

**Evaluación tipo PISA**

**Evaluación tipo PISA**

**Evaluación tipo PISA**

**Evaluación tipo PISA**

¿Qué valor tiene el tesoro que hemos hallado?  
**Evaluación tipo PISA**  
 Al final de cada bloque encontrarás una evaluación tipo PISA (Programa Internacional para la Evaluación de Estudiantes, pero las siglas están en inglés), para que evalúes los conocimientos que has adquirido.

## El trabajo en el laboratorio de química

La presente sección se ha hecho pensando en ti, con la finalidad de que no te ocurra algún accidente mientras trabajas en el laboratorio y no provoques alguno que dañe a tus compañeros. Estas recomendaciones mejorarán tu experiencia en el laboratorio y te enseñarán a trabajar con cuidado y responsabilidad, aun cuando las sustancias que utilices no sean dañinas o tóxicas.

Las actividades experimentales propuestas en este libro se diseñaron pensando en tu seguridad, la de tus compañeros, profesor y la del medio ambiente. La mayoría de las sustancias con que trabajarás son de baja toxicidad e incluso algunas son de uso cotidiano, pero existen otras que deben manejarse con las **reglas de seguridad básicas** para evitar accidentes.

### 1. Protección personal

En el laboratorio debes actuar responsablemente, ya que tu integridad física y la de tus compañeros son lo primero.

- Utiliza siempre la bata de laboratorio. Ésta protegerá no sólo tu ropa, sino también a tu persona. Lo ideal es que la bata sea de algodón o de una mezcla de poliéster con algodón, por la resistencia de este material, a diferencia de las fibras sintéticas, como el poliéster.
- Usa lentes de seguridad de policarbonato (si en el laboratorio cuentan con ellos) durante la puesta en marcha de experimentos en que exista riesgo de salpicadura.
- No consumas líquidos o alimentos dentro del laboratorio, ya que podrían contaminarse con las sustancias que estés empleando y provocarte una intoxicación.
- No juegues o corras dentro del laboratorio, pues podrías ocasionar algún accidente.
- No hagas experimentos en ausencia del profesor. Si se presentara algún imprevisto, probablemente no sabrías qué hacer.
- No pruebes ni huelas las sustancias a menos que tu profesor dé la indicación y te muestre cómo hacerlo.
- No toques las sustancias directamente. Para sólidos usa la espátula; para líquidos, el recipiente adecuado. Cuando el profesor lo indique, debes utilizar guantes.
- Al concluir la práctica, lávate perfectamente las manos con agua y jabón, aun cuando no hayas manipulado ningún reactivo.

### 2. Manejo de reactivos

Algunos accidentes que se presentan en el laboratorio de química ocurren por el uso inadecuado de reactivos. Para evitar este tipo de confusiones, a continuación te hacemos varias sugerencias.

- Lee la etiqueta de los frascos de los reactivos antes de servirlos; si alguno de ellos no tiene etiqueta, coméntaselo al profesor para que tome las medidas correspondientes.
- No introduzcas la espátula o la pipeta directamente en un frasco. Sirve un poco de la sustancia en un vidrio de reloj (en caso de que sea un sólido) o en un vaso de precipitados (si se trata de un líquido), y toma sólo la cantidad que necesites. Si te sobra un poco, no lo devuelvas al frasco original pues contaminarías todo su contenido. Con esto optimizarás el uso de los recursos de tu laboratorio.
- Si diluyes ácidos o bases fuertes y concentrados, vierte estas sustancias sobre el agua poco a poco y agitando cada vez; nunca a la inversa, ya que libera gran cantidad de calor lo que ocasiona un proceso violento a tal grado que el líquido puede proyectarse y salpicar.

### 3. Manejo de material

El uso adecuado del material también evita accidentes. Éste es otro aspecto que debes considerar para resguardar tu integridad física. A continuación te presentamos una serie de instrucciones que te ayudarán a prevenir accidentes.

- Cuando vayas a encender un mechero Bunsen o Fisher, primero enciende el cerillo o encendedor y después abre lentamente la llave del gas. De preferencia, haz esto con un compañero.
- Si utilizas material de vidrio, revisalo cuidadosamente. Si algo está estrellado o roto, cámbialo por otro que se encuentre en buenas condiciones.
- Al calentar un líquido en un tubo de ensayo, hazlo comenzando por la parte superior y agitando con suavidad, así evitarás salpicaduras. El tubo debe encontrarse ligeramente inclinado. Cuida que su boca no apunte hacia ti o a alguna otra persona.
- Cuando calientes algún otro material, hazlo con cuidado e indica a tus compañeros que está caliente, para evitar percances.
- Lava el material que utilizaste y limpia tu área de trabajo.
- Antes de retirarte del laboratorio, verifica que los mecheros estén apagados y la llave del gas perfectamente cerrada. También cerciérate de que las llaves de agua estén bien cerradas para evitar que ésta se desperdicie.
- Si se prende fuego en el contenido de un vaso o de un tubo, tapa éste de inmediato con un vidrio de reloj o con una toalla de papel húmeda. Nunca lo coloques bajo el chorro de agua.
- Utiliza una pera de goma o propipeta para succionar los líquidos. Nunca succiones con la boca, ya que podrías ingerir accidentalmente el líquido y esto podría ocasionarte problemas graves de salud.

### 4. En caso de accidente

Si llegara a suscitarse un accidente, haz **de manera inmediata** lo que indicamos.

- Informa al profesor.
- En caso de quemaduras, coloca la parte afectada debajo del chorro de agua fría y mantenla ahí durante 10 min; así evitarás que ésta pierda líquidos y que el calor continúe afectando el tejido de la piel.
- En caso de salpicadura o contacto con sustancias químicas en los ojos, lava con abundante agua durante 15 min y acude a la enfermería. Si persiste la molestia o si en el laboratorio no cuentan con el material necesario para atender el imprevisto, pide que llamen a los servicios médicos de emergencia.
- Si se ingiere accidentalmente una sustancia, no se debe inducir el vómito.

### 5. Manejo de residuos

Para no contaminar el ambiente, cuando termines tus experimentos ten en cuenta lo siguiente:

- Arroja los papeles, cerillos utilizados y plásticos al cesto de basura para desechos inorgánicos. No arrojes los residuos sólidos a la pileta o a la basura, salvo que el profesor así lo indique.
- No arrojes los residuos líquidos a la pileta, excepto si así lo indica el profesor.
- No mezcles los residuos, ya que pueden ocurrir reacciones indeseables y provocarse un accidente.
- Coloca los residuos en los recipientes que indique el profesor y etiquétalos con el nombre correspondiente. Lee las etiquetas antes de verter cualquier residuo.

#### 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

## BLOQUE 1

## Las características de los materiales

Aprendizajes esperados	Contenidos
<ul style="list-style-type: none"><li>• Identifica las aportaciones del conocimiento químico y tecnológico en la satisfacción de necesidades básicas, en la salud y el ambiente.</li><li>• Analiza la influencia de los medios de comunicación y las actitudes de las personas hacia la química y la tecnología.</li></ul>	<b>LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA EN EL MUNDO ACTUAL</b> <b>Lección 1.</b> Relación de la química y la tecnología con el ser humano, la salud y el ambiente
<ul style="list-style-type: none"><li>• Clasifica diferentes materiales con base en su estado de agregación e identifica su relación con las condiciones físicas del medio.</li><li>• Identifica las propiedades extensivas (masa y volumen) e intensivas (temperatura de fusión y de ebullición, viscosidad, densidad, solubilidad) de algunos materiales.</li><li>• Explica la importancia de los instrumentos de medición y observación como herramientas que amplían la capacidad de percepción de nuestros sentidos.</li></ul>	<b>IDENTIFICACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS MATERIALES</b> <b>Lección 2.</b> Propiedades cualitativas, extensivas e intensivas <b>Lección 3.</b> Propiedades extensivas e intensivas. Medición
<ul style="list-style-type: none"><li>• Identifica los componentes de las mezclas y las clasifica en homogéneas y heterogéneas.</li><li>• Identifica la relación entre la variación de la concentración de una mezcla (porcentaje en masa y volumen) y sus propiedades.</li><li>• Deduce métodos de separación de mezclas con base en las propiedades físicas de sus componentes.</li></ul>	<b>EXPERIMENTACIÓN CON MEZCLAS</b> <b>Lección 4.</b> Mezclas homogéneas y heterogéneas Métodos de separación de mezclas con base en las propiedades físicas de sus componentes
<ul style="list-style-type: none"><li>• Identifica que los componentes de una mezcla pueden ser contaminantes aunque no sean perceptibles a simple vista.</li><li>• Identifica la funcionalidad de expresar la concentración de una mezcla en unidades de porcentaje (%) o en partes por millón (ppm).</li><li>• 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.</li></ul>	<b>¿CÓMO SABER SI LA MUESTRA DE UNA MEZCLA ESTÁ MÁS CONTAMINADA QUE OTRA?</b> <b>Lección 5.</b> Toma de decisiones relacionada con: la contaminación de una mezcla y la concentración y sus efectos
<ul style="list-style-type: none"><li>• 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.</li><li>• Identifica el carácter tentativo del conocimiento científico y las limitaciones producidas por el contexto cultural en el cual se desarrolla.</li></ul>	<b>PRIMERA REVOLUCIÓN DE LA QUÍMICA</b> <b>Lección 6.</b> Aportaciones de Lavoisier: la Ley de conservación de la masa
<ul style="list-style-type: none"><li>• A partir de situaciones problemáticas plantea premisas, supuestos y alternativas de solución, considerando las propiedades de los materiales o la conservación de la masa.</li><li>• Identifica, mediante la experimentación, algunos de los fundamentos básicos que se utilizan en la investigación científica escolar.</li><li>• Argumenta y comunica las implicaciones sociales que tienen los resultados de la investigación científica.</li><li>• Evalúa los aciertos y debilidades de los procesos investigativos al utilizar el conocimiento y la evidencia científicos.</li></ul>	<b>PROYECTOS: AHORA TÚ EXPLORA, EXPERIMENTA Y ACTÚA (PREGUNTAS OPCIONALES) INTEGRACIÓN Y APLICACIÓN</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• ¿Cómo funciona una salinera y cuál es su impacto en el ambiente?</li><li>• ¿Qué podemos hacer para recuperar y reutilizar el agua del ambiente?</li></ul>



En este bloque estudiarás algunos aspectos de la relación entre la química y la tecnología, entre los cuales se destaca la fabricación de materiales. Explorarás las propiedades que hacen de cada material algo único y los métodos que aplican los químicos para conocerlas. Corroborarás que casi todo lo que te rodea son mezclas.

Juntos analizaremos una de las mayores contribuciones de la química al conocimiento: ¿cómo podemos saber que una sustancia está contaminada? Por último, apreciarás la importancia de los químicos a lo largo de la historia, al conocer el trabajo de personajes como Antoine Lavoisier, cuya labor dio origen a la química moderna.

# 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

### 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.



Figura 1.1 Muchas personas dependemos de los avances tecnológicos, como la telefonía celular.

### RECONOCE LO QUE SABES

¿Alguna vez has pensado en por qué la ciencia y la tecnología son importantes en nuestra vida? ¿Te has preguntado, por ejemplo, qué sería de nuestras vidas sin los aparatos tecnológicos que tenemos a nuestro alrededor? (figura 1.1).

¿Qué haríamos si de pronto no tuviéramos los combustibles derivados del petróleo como la gasolina y el diésel? ¿Qué tipo de energía habría que explotar si sabemos que el petróleo no satisfará las necesidades de la sociedad en el futuro próximo: la nuclear o las energías alternativas como la eólica o la solar? Si en la etiqueta de un alimento leyeras que está elaborado con productos transgénicos y que sus efectos benéficos están comprobados científicamente, ¿lo comprarías o elegirías comprar solamente aquellos que garantizan un origen genético no modificado? (figura 1.2)

Responde en tu cuaderno las siguientes preguntas. Luego coméntalas con tu grupo y tu profesor.

- ¿Es lo mismo ciencia que tecnología? ¿En qué se parecen y en qué se diferencian?
- ¿Sabes qué hace un científico y qué un tecnólogo?
- ¿Qué supones que estudia la química? ¿Qué hacen los químicos?

### NUEVOS ELEMENTOS

¿Te das cuenta de que la ciencia y la tecnología han dejado de ser algo que solamente concierne a los especialistas para convertirse en patrimonio y responsabilidad de todos? Por eso es imprescindible la alfabetización científica y tecnológica de los ciudadanos del mundo; esto quiere decir que:

- utilices los conocimientos de la ciencia y la tecnología con el propósito de mejorar tus condiciones de vida,
- poseas la capacidad de expresar tus opiniones de manera informada y con criterio científico, a fin de que puedas tomar decisiones acertadas en lo cotidiano y, en el futuro próximo, intervengas socialmente en las decisiones políticas de tu país,
- puedas leer y comprender artículos sobre ciencia, tanto en periódicos como en revistas especializadas, y tengas además la capacidad de discutir sobre la validez de las conclusiones que en ellos se presentan,
- percibas cómo la ciencia y la tecnología influyen en la sociedad,
- seas capaz de evaluar la calidad de la información científica, dependiendo de la fuente y los métodos que en ella se utilizan,
- seas capaz de argumentar con base en evidencias y, a partir de ellas, llegues a conclusiones.

### ¡Rejuvenece tu piel! Científicamente comprobado



Figura 1.2 En los medios de comunicación es común encontrar anuncios comerciales de productos "científicamente comprobados".

### Para saber más

Se denomina "nativos digitales" a las personas menores de 30 años que nacieron o crecieron con la tecnología computacional y, por lo tanto, tienen una habilidad innata en el lenguaje y en el entorno digital.



Activa tus competencias

¿Qué foco elegir?

En esta actividad reflexionarás acerca de la importancia de utilizar los conocimientos científicos para tomar decisiones fundamentadas y responsables respecto a temas de interés social.

1. Forma equipo con cinco compañeros y lean con atención la siguiente información.

### ¡Amenaza luminosa!

MITO URBANO: LAS LÁMPARAS AHORRADORAS ROTAS SON TÓXICAS

¿Te quitaría el sueño saber que las lámparas que iluminan tu casa contienen mercurio? Según un correo electrónico viral, si una de las lámparas ahorradoras de energía se rompe, estás en serio peligro de envenenarte.

### ¡Atención! ¡Cuidado con los focos ahorradores!

Las lámparas ahorradoras (figura 1.3) son más eficientes que las incandescentes, ya que éstas pierden en forma de calor 90% de la electricidad que consumen, mientras que las fluorescentes utilizan 90% de la energía en producir luz. Sin embargo, un distinguido personaje ecologista advirtió, que de no manejarse, desecharse y reciclarse de manera adecuada, los focos fluorescentes pueden representar un peligro para la salud y para el medio ambiente debido a que contienen vapor de mercurio. Además, comentó que el gobierno mexicano no cuenta con un plan de manejo de residuos de lámparas ahorradoras a pesar de que la sustitución representaría un negocio millonario para los productores y comercializadores de lámparas fluorescentes, por ser la opción más viable de sustitución.

### Química en tu recámara

Las lámparas fluorescentes compactas (LFC), mejor conocidas como lámparas ahorradoras, utilizan mercurio que se gasifica al encenderlas, lo que genera rayos ultravioleta que chocan contra las paredes de cristal del tubo recubiertas de un material fluorescente para emitir luz visible. Así que, a primera vista, la advertencia de peligro al quebrarse una de estas lámparas parecería muy válida. La cantidad promedio de mercurio que contiene una LFC es de 3 a 5 mg. ¿Es suficiente esta cantidad para que todo el mundo huya despavorido cuando una LFC se rompe?

La respuesta es un contundente no. Eduardo Marambio, profesor titular de la Facultad de Química de la UNAM nos explica: "Si la lámpara se rompe, los vapores de mercurio que emite son mínimos, ya que éstos son siete veces más pesados que el aire, por lo que quedarían confinados en un área definida cercana a los pedazos que quedaron".

Si esto no te convence, he aquí tres puntos que demuestran por qué no temer cuando la lámpara se rompa.

1. De acuerdo con el profesor Marambio, el índice  $\mu\text{m}$  (que especifica qué concentración de un determinado elemento es inmediatamente peligroso para la vida o la salud) es de  $10 \text{ mg/m}^3$  para el mercurio.
2. Se estima que sólo 1 mg del contenido de mercurio de una lámpara que se rompe se emite al aire.
3. Considerando lo anterior y suponiendo que tu recámara mide 4 m de ancho, 4 m de largo y 2.5 m de alto (es decir,  $40 \text{ m}^3$  en total), podríamos decir, sin pretender validez científica, que se tendrían que romper 400 lámparas en tu habitación para que tu vida corriera peligro al inhalar el mercurio.

Adaptado de Armando Aguilar, "Amenaza luminosa", en *Revista del Consumidor*, núm. 407, enero de 2011, pp.16-17, disponible en [http://www.cas.com.mx/blog/wp-content/uploads/Rev.del-Consumidor\\_407\\_Mito\\_urbano\\_Amenaza\\_Luminosa.pdf](http://www.cas.com.mx/blog/wp-content/uploads/Rev.del-Consumidor_407_Mito_urbano_Amenaza_Luminosa.pdf). (Consultado 3 de julio de 2013)



Figura 1.3 El nombre correcto de un foco ahorrador es "lámpara fluorescente compacta".

2. Contesten las siguientes preguntas en su cuaderno.

- ¿Qué harían si tuvieran que elegir entre los focos ahorradores de 15 W y los tradicionales focos incandescentes de 100 W que iluminan igual?
- ¿Qué requieren para justificar su elección?
- ¿Cómo influyen los medios de comunicación en la forma de pensar de las personas con respecto a la química y la tecnología?



Figura 1.4 Todas las personas tenemos derecho a adquirir una cultura científica. Ésta se adquiere principalmente en la escuela.

Como has visto, las ciencias nos proporcionan recursos para tomar decisiones fundamentadas en conocimientos y por esta razón es importante su enseñanza. La Declaración de Budapest de la UNESCO (1999) establece la importancia del conocimiento científico:

"Para que un país esté en condiciones de atender a las necesidades fundamentales de su población, la enseñanza de las ciencias y la tecnología es un imperativo estratégico. Como parte de esa educación científica y tecnológica, los estudiantes deberían aprender a resolver problemas concretos y a atender a las necesidades de la sociedad, utilizando sus competencias y conocimientos científicos y tecnológicos [...]"

Hoy más que nunca es necesario fomentar y difundir la alfabetización científica en todas las culturas y en todos los sectores de la sociedad, a fin de mejorar la participación de los ciudadanos en la adopción de decisiones relativas a la aplicación de los nuevos conocimientos." (figura 1.4)

Entonces, para una mejor difusión y fomento de la ciencia es importante superar las visiones distorsionadas de las actividades científicas y tecnológicas, con el objeto de tener una visión actual de ambas, y de la relación entre ellas con el paso de los años.

La percepción distorsionada de la ciencia conocida como "visión heredada" se inició en el Círculo de Viena en la segunda década del siglo pasado, y buscaba establecer una visión científica del mundo. Debes saber que esta imagen de la ciencia y de los científicos prevalece en la mayoría de las personas y se fomenta en la actualidad en los medios de comunicación: se caracteriza a los científicos como sujetos de bata blanca en un laboratorio repleto de extraños instrumentos, donde experimentan y observan para lograr algún descubrimiento (figura 1.5). Muy a menudo se insiste de manera expresa en que el trabajo científico es un dominio reservado a minorías especialmente dotadas y con generalidad se presenta como una actividad eminentemente "masculina".

Esta visión heredada supone que la ciencia parte de una observación neutra y desinteresada en la que todos los individuos pueden observar los mismos fenómenos de manera idéntica; nos presenta una descripción objetiva de la realidad tal como es, por lo que la observación que se hace es imparcial e independiente del observador, de sus intereses, experiencia previa y estados de ánimo.

En esta visión, el conocimiento científico está desvinculado del contexto social y las circunstancias particulares en que se dan los descubrimientos.

Plantea también que la ciencia progresa acumulando conocimientos, por lo que no tiene en cuenta los procesos de cambio durante su desarrollo. Asimismo, pone énfasis en el uso de un método experimental, el método científico.

A diferencia de este enfoque, en la "visión actual de la ciencia", el contexto social, cultural e histórico en el que se desarrolla el conocimiento científico tiene mucha relevancia. En ella, la observación científica está fuertemente influida por los conocimientos teóricos establecidos y por los hechos científicos conocidos o producidos por quien observa: los científicos no están libres de opiniones, intereses y prejuicios.



Figura 1.5 Imágenes como ésta han contribuido a que tengamos una visión distorsionada de las personas que se dedican a las ciencias químicas. Nada más alejado de la realidad.

Intérn@te

Lee el prólogo de L. Tremosa, *La mujer ante el desafío tecnológico*, España, Icaria, 1986, en <http://www.redir.mx/SQCS-016>.



Figura 1.6 Actualmente, los científicos trabajan en equipos formados por hombres y mujeres que aportan sus criterios y conocimientos para alcanzar un fin.

Hoy la ciencia es una actividad humana que se construye socialmente y es la comunidad científica la que acepta leyes, teorías y principios; pero si éstos no resuelven algún problema y se acumulan anomalías, se produce un periodo de crisis que da lugar a un punto de vista alternativo, que en ocasiones incluso deviene en una **revolución científica**.

Por último, cabe mencionar que la visión actual de la ciencia utiliza una diversidad de métodos y estrategias de acuerdo con los propósitos del trabajo científico, por lo que ya no hay un solo método científico, como en la visión heredada, sino un conjunto de actividades científicas que delimitan el camino que se sigue (figura 1.6).



Activa tus competencias

¿La tecnología también evoluciona?

En esta actividad conocerás los puntos de vista de tu comunidad respecto a la tecnología.

1. Formula a cinco miembros de tu comunidad las siguientes preguntas y registra sus respuestas en tu cuaderno.

- ¿Qué es la tecnología?
- ¿Desde cuándo piensa que existe?
- ¿Cuáles son sus objetivos?
- ¿Qué hace un tecnólogo?
- ¿Podríamos vivir sin tecnología?
- En su opinión, ¿qué relación ha habido entre ciencia y tecnología a lo largo de la historia?
- ¿Qué es más útil, la ciencia o la tecnología?

2. Revisa las respuestas y, de acuerdo con la información siguiente, ubica qué visión de tecnología tienen.

Visión deformada	Visión actual	
	Enfoque instrumental	Enfoque sistémico
Considera a la tecnología como el resultado de la aplicación de conocimientos teóricos.	Se ve a la tecnología como una colección o grupo de herramientas, artefactos y máquinas, fuera de todo contexto social, político, económico y cultural.  Una tecnología no es buena ni es mala, dependerá del uso que se haga de ella. De este modo, todo el peso de las decisiones tecnológicas queda en manos de los expertos en la materia y ellos son los que deciden sobre lo que es tecnológicamente correcto y objetivo.	Entiende a la tecnología como un sistema complejo, es decir, tiene en cuenta todos sus componentes: instrumentos, habilidades, procesos de producción y control, mantenimiento, cuestiones organizativas, recursos legales, recursos naturales, aspectos científicos, repercusiones sociales y medioambientales, entre otros.  Este modelo es el más realista y amplio.

3. Reflexiona y contesta.

- ¿Cuál es la visión de tecnología que predomina en tu comunidad?
- ¿Consideras que los medios de comunicación contribuyen a formar esa visión? Menciona algunos ejemplos de ello.
- ¿Cuál es tu visión de tecnología? ¿Se ha modificado últimamente?
- Comenta tus respuestas con tu grupo y obtengan una conclusión. Escríbela en tu cuaderno.

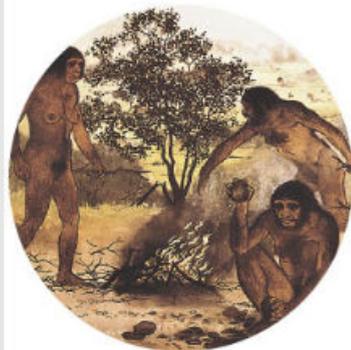


Figura 1.7 Aunque nuestros ancestros no conocían los fundamentos científicos del fuego, ya aplicaban la tecnología para obtenerlo.

Como ves, el término **tecnología** tiene una diversidad de enfoques que coexisten en la actualidad. Lo que sí debemos tener claro es que la tecnología es una actividad abierta y creativa ya que:

- hubo desarrollos técnicos mucho antes de la ciencia, en el sentido moderno del término; baste pensar en la etapa de las adquisiciones primitivas, en la que se utilizaban instrumentos de piedra para producir fuego (figura 1.7), de allí que no se pueda concebir la tecnología simplemente como ciencia aplicada;
- para que haya una construcción de conocimiento se requiere la tecnología. Se puede decir que no hay avance científico sin apoyo de la tecnología;
- en la actualidad, la ciencia contribuye a un notable desarrollo de los avances tecnológicos.

Por lo anterior, la tecnología y la ciencia han llegado a superponerse a tal grado que hoy es prácticamente imposible tratarlas de manera separada y, por ello, es necesario hablar de **tecnociencia**.



Activa tus competencias Oro no es, plata no es, ¿y la química qué es?

En esta actividad reflexionarás acerca de qué estudia la química y su contribución a la satisfacción de las necesidades básicas de la humanidad, como la alimentación, la salud, la fabricación de nuevos materiales, la generación de energía y la conservación del medio ambiente.

1. Forma un equipo con otros dos compañeros y responde en tu cuaderno las siguientes preguntas. Luego comenta las respuestas con tus compañeros de equipo y elaboren un cartel que presentarán al grupo. Procuren una discusión ordenada para llegar a acuerdos.
  - ¿Qué estudia la química?
  - ¿Cómo ha contribuido esta ciencia al bienestar de la humanidad? Escribe tu respuesta considerando aspectos como alimentación, salud, genética, nuevos materiales, energía y ecología.
  - ¿Cuáles son, en tu opinión, los problemas más graves que afronta actualmente la humanidad? Elabora una lista de ellos.
  - ¿La química contribuye a la solución de los problemas enlistados en la pregunta anterior?
  - ¿Qué medidas piensas que se deben adoptar para hacer posible un futuro **sustentable**? ¿Puede la química ayudar a resolver los problemas que existen actualmente?

De entre las ciencias naturales, nuestro objeto de estudio en este curso es la **química**, que tradicionalmente se define como la ciencia que estudia la materia, la energía y sus transformaciones. Sin embargo, una de las últimas definiciones elaboradas por los expertos señala que:

La **química** estudia la composición, la estructura y las propiedades de las sustancias, además de las reacciones por las que una sustancia se convierte en otra.

Tal vez en este momento encuentres algunos conceptos desconocidos, pero a lo largo del libro construirás estos conceptos y encontrarás esta definición como la más acertada.

Si reflexionas, estarás de acuerdo con que el alto grado de desarrollo y bienestar de la civilización actual se debe en gran parte a los logros alcanzados por los químicos.

#### Glosario

**Sustentable:** se aplica al desarrollo compatible con los recursos de una región o una sociedad, y que los garantiza para futuras generaciones.



Figura 1.8 El desarrollo de nuevos materiales ha conducido a la elaboración de prótesis para el cuerpo humano.

La industria química fabrica muchos productos que mejoran nuestra vida y de los cuales dependemos: medicamentos y materiales para la salud; fertilizantes y pesticidas; plásticos como el nailon, el rayón y el poliéster; gasolina y otros combustibles, y sustancias para purificar el agua, entre muchos otros (figura 1.8).

Sin embargo, estos avances han afectado el medio ambiente, ya que a pesar de las muchas contribuciones positivas, con el desarrollo de la química también han surgido fuertes problemas de contaminación. Algunos de ellos han provocado tragedias, como el caso del accidente ocurrido en Bhopal, India.



#### El accidente químico en Bhopal

Mediante esta actividad reconocerás que los problemas no los causa directamente la química, sino el excesivo crecimiento de la población mundial y el mal uso o abuso de los conocimientos científicos.

1. Lee con atención la siguiente información. Luego investiga en Internet más datos y contesta las preguntas que aparecen después.

El accidente químico de Bhopal, que ocurrió el 3 de diciembre de 1984 cuando una nube de isocianato de metilo cubrió esta ciudad india, tiene muchas facetas de singular interés. Entre éstas, el porqué debía elaborarse este compuesto en un lugar como Bhopal. Hay que hacer notar que la obtención del compuesto citado era sólo un paso intermedio en la **síntesis** del insecticida que se deseaba obtener (figura 1.9).

La posibilidad de luchar contra las plagas para proveer el alimento básico a un país intensamente poblado y la ciencia de los **pesticidas**, además del establecimiento de una industria destinada a la preservación de los cultivos se consideraron en ese entonces una esperanza. “La ciencia ayuda a construir la nueva India” fue el eslogan de la compañía inglesa Union Carbide al establecer en ese país sus nuevas instalaciones. Incluso, trabajar en la Union Carbide llegó a identificarse en el entorno de Bhopal como la adquisición de un nuevo estatus social.

Tomado de Marco-Stiefel, B., “El accidente químico de Bhopal y sus acentos de contexto. Aproximación del tema al alumnado de secundaria. (En la década del desarrollo sostenible)”, *Enseñanza de las Ciencias*, número extra, VII Congreso de Enseñanza de las Ciencias, 2005

- ¿Cuántas personas murieron en el accidente? ¿Cómo fueron los hechos? ¿Cuáles fueron sus consecuencias?
- ¿Cuál era el contexto social, cultural, político e histórico antes del accidente?
- ¿Cómo funcionaba la compañía mencionada? ¿Qué hacen las empresas multinacionales en los países en vías de desarrollo? ¿Cómo subsanó la empresa el problema en Bhopal? ¿Qué sucedió con este lugar?
- ¿Cuál fue el papel de la química en la solución de los problemas alimentarios de ese lugar?
- ¿Cuáles son los efectos en la salud humana del isocianato de metilo?

2. Con lo que sabes ahora, escribe con tus palabras por qué crees que sucedió el accidente. Comparte tus ideas con tus compañeros de grupo y el profesor.



Figura 1.9 Accidente de Bhopal



#### Glosario

**Síntesis:** procedimiento por medio del cual se producen compuestos químicos a partir de sustancias más simples.

**Pesticidas:** sustancias que también son conocidas como plaguicidas. Sirven para repeler, matar e inhibir el crecimiento de algunos seres vivos considerados como plagas.



Figura 1.10 Cualquier cosa que ocurra en un lugar lejano puede afectarnos a todos. A esto le llaman los expertos **contaminación sin fronteras**.

En todo el mundo se ha planteado que no es suficiente buscar métodos efectivos para controlar la contaminación o para tratar con eficiencia los residuos tóxicos (el campo de trabajo de la **química ambiental**), sino que se debe trabajar en su origen para evitarla, es decir, prevenirla al momento de planear y diseñar los productos y los procesos químicos con que éstos se fabrican (figura 1.10). Este objetivo se logra si se tienen en cuenta los planeamientos de lo que ahora se conoce como la **química verde** o **química sustentable**, los cuales se revisarán a lo largo de este libro.

Lo que es importante recalcar es que, hoy por hoy, es imprescindible que los químicos tengan conciencia de la trascendencia de las implicaciones de su trabajo y de las responsabilidades que acarrea trabajar en esta área de la ciencia. Sabemos por experiencia que lo producido por la química puede repercutir profundamente en las futuras generaciones. Por esa razón se deben mantener altos estándares éticos y ambientales que fortalezcan el desarrollo sustentable, entendido éste como "el desarrollo que satisface las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades". Ésta es, según la Comisión Mundial del Medio Ambiente y del Desarrollo, la actividad que debe desarrollar la sociedad actual ante el fuerte deterioro ambiental.

Para terminar, cabe mencionar que muchas personas descargan sobre la ciencia y la tecnología la responsabilidad del deterioro actual del planeta. Sin lugar a dudas, son científicos y tecnólogos quienes han producido, por ejemplo, los compuestos que están destruyendo la capa de ozono, pero no se puede negar que esto se ha hecho en conjunto con economistas, políticos, empresarios y trabajadores. Tampoco se puede ignorar que los mismos científicos y tecnólogos estudian los problemas que hoy afronta la humanidad, así como que nos advierten acerca de los riesgos y nos proporcionan soluciones, por lo que las críticas y las llamadas a la responsabilidad han de extenderse a todos, incluidos principalmente los "simples consumidores" de los productos químicos. ¿Tú qué opinas?



#### RECONOCE LO QUE AHORA SABES

Como viste, la tecnología y la química han aportado beneficios a la humanidad. Sin embargo, debemos estar conscientes de que se requieren personas éticas y responsables para la toma de decisiones, ya que éstas nos afectan a todos.

#### 1. Responde en tu cuaderno lo siguiente.

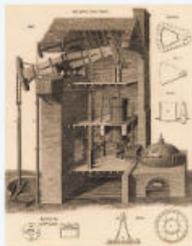
- ¿Qué harías para mostrar a otras personas la visión actual de ciencia y tecnología? Elabora un material para mostrar esa visión a tu familia.
- Recuerda la actividad "¿Qué foco elegir?" (p. 15) y escribe cómo los medios de comunicación influyen en las decisiones de las personas en actividades tan sencillas como elegir un foco. ¿Qué conocimientos expresó el Dr. Marambio para explicar lo que sucede con el mercurio que tienen las lámparas ahorradoras si éstas se rompen?

#### 2. Escribe con tus palabras qué es la química y cómo contribuyen los químicos al beneficio de la humanidad.

#### 3. Anota otras aplicaciones de la tecnología en tu cotidianidad, además de las que ya aprendiste.

#### Para saber más

El inventor inglés Thomas Newcomen (1663-1729) construyó una máquina de vapor que se utilizó para extraer el agua de las minas de carbón y estaño en Inglaterra. Los tecnólogos, como él, producen y mejoran artefactos, sistemas y procedimientos que satisfagan necesidades y deseos humanos.



#### Lección

2

## Identificación de las propiedades físicas de los materiales I

### 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.



#### RECONOCE LO QUE SABES

¿Alguna vez te has preguntado de qué están hechos los objetos que utilizas diariamente (figura 1.11)? ¿Qué los hace semejantes o diferentes? ¿A qué atribuyes que tengan un uso determinado y no otro? En esta lección encontrarás respuestas a estas preguntas.

#### 1. Contesta en tu cuaderno.

- ¿Para ti qué es un material? Menciona cinco materiales distintos.
- ¿Qué propiedades de la materia conociste en tu curso de Ciencias II?
- ¿En qué te basas para diferenciar un material de otro? Imagina, por ejemplo, que comparas el aire de un globo inflado, el agua en un vaso de vidrio y la sal del salero de tu casa.
- ¿Cómo representarías con dibujos las partículas que forman el agua líquida, el vapor y el hielo?

#### 2. Escribe con tus palabras una definición de las siguientes propiedades: volumen, densidad y masa. ¿Hay alguna relación entre ellas? ¿Cuál?

#### 3. Al terminar, compara y discute tus respuestas con tus compañeros. Después comenten sus conclusiones con el profesor.



#### NUEVOS ELEMENTOS

Un **material** es una sustancia o mezcla que presenta una o más propiedades que nos permiten diferenciarlo. Diariamente estamos en contacto con varios de ellos. Desde niños aprendemos a distinguirlos y clasificarlos de acuerdo con diversos criterios, como color, forma, textura, estado de agregación, entre otros.

### Experiencias sobre las propiedades de los materiales

En nuestras actividades cotidianas clasificamos la materia de acuerdo con su **estado de agregación** (figura 1.12). En el cuadro 1.1 de la página siguiente se mencionan las principales características de los tres estados de la materia desde el punto de vista del **modelo cinético de partículas** (también conocido como **modelo cinético molecular**). Recuerda que mediante este modelo representamos la materia y explicamos por qué se comporta de modos diferentes.

A continuación veremos cómo el estado de agregación depende de las condiciones físicas del medio como, por ejemplo, la presión y la temperatura.



Figura 1.11 Madera, metal, plásticos, grafito y pintura son algunos de los materiales que llevas en tu mochila.



Figura 1.12 Cuando describimos un material, es común señalar si es un sólido (como el hielo), un líquido (como el agua) o un gas (como el vapor de agua).

#### Para saber más

Los investigadores continúan desarrollando nuevos materiales; por ejemplo, en la Universidad de Stanford, en California, un equipo de trabajo ha obtenido paneles solares tan pequeños que se colocan como etiquetas en un celular, una tarjeta, el techo de un automóvil o una ventana.

Cuadro 1.1 Principales características de los estados de agregación: sólido, líquido y gaseoso		
Estado gaseoso	Estado líquido	Estado sólido
La fuerza de atracción entre las partículas, llamada <b>cohesión</b> , es nula.	La fuerza de cohesión es alta, mantiene unidas las partículas unidas, pero les permite deslizarse unas sobre otras con suma facilidad y libertad.	La cohesión entre las partículas es muy fuerte, así que las partículas se mantienen unidas y no pueden moverse con libertad.
Sus partículas chocan infinidad de veces, por lo que se mueven mucho y a gran velocidad.	Sus partículas se mueven de manera desordenada; chocan constantemente unas con otras y adquieren diferente velocidad.	Sus partículas casi no se mueven, sólo vibran en su lugar.
Los gases no tienen forma ni volumen fijo, por ello ocupan el volumen del recipiente que los contiene.	Los líquidos no tienen forma fija, pero sí volumen y se adaptan a la forma del recipiente que los contiene.	Los sólidos tienen volumen y forma propios, por lo que no se adaptan al recipiente que los contiene.
Representación de las partículas de un gas.	Representación de las partículas de un líquido.	Representación de las partículas de un sólido.
		

### Propiedades cualitativas: color, forma, olor y estados de agregación



Figura 1.13 Los niños ordenan cosas de acuerdo con lo que perciben con los sentidos.

Desde la niñez, lo primero que conocemos de nuestro entorno es lo que percibimos por medio de los sentidos. Así, agrupamos lo que nos rodea de acuerdo con sus propiedades más evidentes, como el color, la forma o el estado físico (figura 1.13). A estas propiedades las llamamos **cualitativas** porque con ellas conocemos el aspecto de la materia y porque nos proporcionan una idea acerca de los materiales de que están hechos los objetos. Observa el cuadro sinóptico de la figura 1.14 para que conozcas las propiedades cualitativas más importantes de la materia.

#### Clasificación de la materia por sus propiedades cualitativas



Figura 1.14 Cuadro sinóptico con la clasificación de la materia según sus propiedades cualitativas



### Activa tus competencias Los estados físicos del agua

Con la siguiente actividad conocerás algunos factores que propician que sustancias como el agua se encuentren en varios estados de agregación.

- Haz lo que se indica y anota tus observaciones.
  - Busca en tu casa agua en sus diferentes estados de agregación y registra en tu cuaderno dónde la encuentre.
  - Saca unos hielos del refrigerador y déjalos en un vaso durante toda la tarde. Observa qué ocurre.
  - En la mañana, llena medio vaso de plástico con agua de la llave. Marca con un plumón la altura del agua y mete el vaso al congelador. Por la noche, observa qué sucedió con el agua del vaso.
  - Identifica en tu casa al menos tres materiales en estado sólido, tres en estado líquido y tres en estado gaseoso. Escribe en tu cuaderno qué materiales son.
- Responde las preguntas en tu cuaderno.
  - ¿Para qué se utiliza en tu casa el agua en cada estado de agregación en que la encuentre?
  - ¿Qué factor provoca que cambie el estado de agregación del agua?
  - ¿Hay nieve en lugares muy calurosos de la costa de nuestro país? ¿Se relacionará esto con la temperatura en dichos lugares? ¿Por qué?
  - ¿Qué sucede con la nieve en días muy calurosos? ¿Qué hace que la nieve de los volcanes de México se derrita?
  - ¿Qué factor interviene para que el agua en la Ciudad de México cambie del estado líquido al gaseoso a 93 °C, mientras que en las regiones de la costa lo hace a 100 °C? Si no lo recuerdas, consulta tu libro de Ciencias II.
  - ¿Cómo se explica que si en tu casa la presión y la temperatura no varían encuentres diversos materiales en estado sólido, líquido y gaseoso? Considera, por ejemplo, que en tu casa la temperatura no es la misma dentro del horno y cerca de él que dentro del refrigerador.
- Compara tus respuestas con las que escribieron algunos de tus compañeros. Discúptanlas en grupo con el profesor.



#### Intérn@te

Si deseas ver distintos experimentos relacionados con los cambios de estado de la materia, te recomendamos este video: <http://www.redir.mx/SQCS-023>.

El **agua**, sustancia indispensable para la vida en la Tierra, existe en cualquiera de los tres estados de agregación, dependiendo de las condiciones de presión y temperatura del medio en el que se encuentre (figura 1.15). En tu curso de Ciencias II estudiaste algo de esto.

Aun cuando usamos el término **agua** para referimos a ella en el estado líquido, también es agua la que se presenta en forma sólida, como el hielo de los glaciares o los cubos de hielo con que enfrías tus bebidas; asimismo, es agua la que se encuentra como gas, piensa en el vapor atmosférico o en el que se desprende al hervir agua.

Respecto a otras propiedades cualitativas, el agua pura es transparente y carece de olor, sabor y color. Sin embargo, en el agua que bebemos percibimos tanto un sabor como un olor ligeros y agradables, que se deben principalmente a los minerales disueltos en ella.



Figura 1.15 Las propiedades físicas y químicas del agua la han hecho indispensable para que se desarrolle la vida en la Tierra.



Activa tus competencias **Propiedades cualitativas de distintos materiales**

Con esta actividad identificarás las propiedades cualitativas y relacionarás los estados de agregación con el modelo cinético de partículas.

- Haz lo que se pide.
  - Copia en tu cuaderno el cuadro sinóptico de la figura 1.14 de la página 22 y anota el nombre de los objetos o productos que presenten las propiedades allí citadas. Por ejemplo, en "sabor amargo" escribe "cáscara de limón".
  - Recorta en periódicos o revistas ejemplos de materiales en diferentes estados de agregación y pégalos en tu cuaderno. Luego representa cada ejemplo con el modelo cinético de partículas que estudiaste en Ciencias II; si no lo recuerdas, revisa tu libro o cuaderno de esa asignatura.
  - Compara tu trabajo con el de tus compañeros.



Figura 1.16 En la Luna, la aceleración de la gravedad es 1/6 de la de la Tierra. ¿Cuál sería el peso de esta bola de boliche en la Luna si su masa es de 4.5 kg en la Tierra?

**Propiedades extensivas**

Los químicos estudian las propiedades de los materiales que hay en la naturaleza, entre otras cosas, para aprovecharlos mejor. Ahora conocerás propiedades que pueden medirse y nos dan mucha información acerca de la materia.

La materia se caracteriza por sus propiedades; las comunes a todos los materiales se denominan **propiedades generales** (las estudiaste en Ciencias II). A éstas también se les denomina **propiedades extensivas**, pues su valor depende de la cantidad de materia y no nos sirven para diferenciar una sustancia de otra.

La **masa** expresa la cantidad de materia de un cuerpo. Es una propiedad constante e independiente de la gravedad o de cualquier otra fuerza a la que se le someta. Si dos cuerpos son de la misma sustancia, el de mayor tamaño tiene mayor cantidad de materia; es decir, mayor masa. La masa se mide con la **balanza**; en el **Sistema Internacional de Unidades** (SI) su unidad es el **kilogramo** (kg), aunque habitualmente se emplea su submúltiplo, el **gramo** (g).

La masa y el peso son dos conceptos que están relacionados, ya que uno es directamente proporcional al otro. Por ejemplo, un balón grande tiene mayor masa y pesa más que un balón pequeño, que por tener menor masa pesa menos. En ocasiones confundimos estos dos conceptos; sin embargo, no son lo mismo. En el párrafo anterior indicamos qué expresa la masa. El **peso**, por otro lado, es la medida de la fuerza que ejerce la gravedad, en nuestro caso la de la Tierra, sobre un cuerpo. La unidad en el SI para la fuerza es el **newton** (N), y el valor de la gravedad terrestre es de 9.8 m/s<sup>2</sup>.

En tu curso de Ciencias II, aprendiste que un objeto con masa de 1 kg tiene un peso de 9.8 kg·m/s<sup>2</sup> = 9.8 N. Así, mientras este objeto pesa 9.8 N en la Tierra, sólo pesará 1.6 N en la Luna, ya que en ésta la aceleración de la gravedad es 1/6 de la gravedad terrestre. No obstante, la masa del objeto seguirá siendo de 1 kg (figura 1.16).

Por otra parte, como el peso es una fuerza, se mide con un **dinamómetro** (figura 1.17).



Figura 1.17 Recuerda que para medir el peso de un objeto utilizamos el dinamómetro.

El **volumen** se refiere al espacio ocupado por un cuerpo. En muchas ocasiones, la cantidad de materia se mide empleando el volumen. Su unidad, de acuerdo con el SI, es el **metro cúbico** (m<sup>3</sup>). Aunque en la práctica es más conveniente usar su submúltiplo, el **decímetro cúbico** (dm<sup>3</sup>), al que se le denomina **litro** (l).

**Propiedades intensivas**

Otro tipo de propiedades que caracterizan la materia son las **particulares** o **intensivas**; mediante ellas diferenciamos un material de otro. El valor de estas propiedades se conserva constante aunque varíe la cantidad de materia que se mida: si calientas una taza de agua, hervirá a la misma temperatura que si calientas dos litros de agua. También, la densidad de un trozo de alambre de cobre como el que usan los electricistas es igual que la de un lingote de cobre obtenido en una metalúrgica y un cubo de hielo de tu refrigerador se fundirá a la misma temperatura que un iceberg del polo norte.

Algunas propiedades intensivas ya las conoces, pues las estudiaste en tu curso de Ciencias II. Ahora las recordarás y conocerás otras. Las propiedades intensivas que estudiaremos son temperatura de fusión y de ebullición, viscosidad, densidad, concentración y solubilidad (figura 1.18).

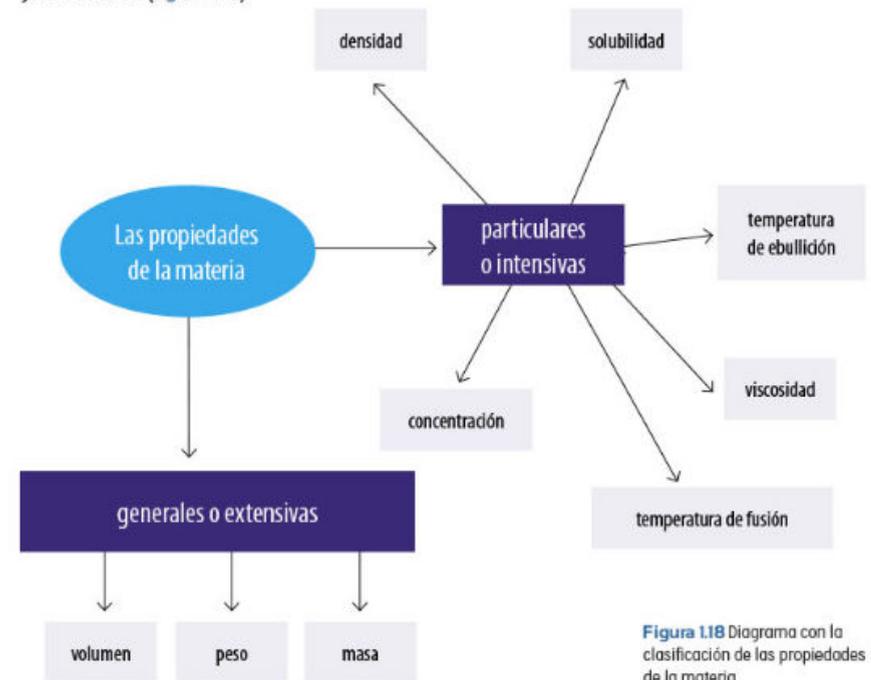


Figura 1.18 Diagrama con la clasificación de las propiedades de la materia

En tu curso de Ciencias II estudiaste que el agua se encuentra en estado líquido, sólido o gaseoso, y explicaste cada estado con el modelo cinético de partículas. Para estudiar los cambios de estado, lo habitual es hacerlo experimentalmente y, a partir de los resultados, hacer gráficas.

Para saber más

En virtud de su masa, los cuerpos tienen **inercia**, lo que significa que tienden a quedarse como están: en reposo, si así se encontraban, o en movimiento, si se movían. Cuanto mayor sea la masa de un cuerpo mayor será su inercia. Tal vez has notado que es más fácil empujar un automóvil pequeño que uno grande o mover una canica de vidrio que un balón de acero del mismo tamaño. Por otra parte, si son cuerpos de la misma sustancia, el de mayor tamaño tendrá mayor masa y mayor inercia.

Intérnate

Observa simulaciones de los estados de la materia en este sitio: <http://www.redir.mx/SQCS-025>.

En la figura 1.19 se muestra la temperatura a la que el agua cambia de estado sólido a líquido, la cual se denomina **punto de fusión**. A esta temperatura existen simultáneamente los estados sólido y líquido. También se muestra la temperatura a la que el agua cambia de estado líquido a gaseoso, que se llama **punto de ebullición**. A esta temperatura existen simultáneamente los estados líquido y gaseoso.

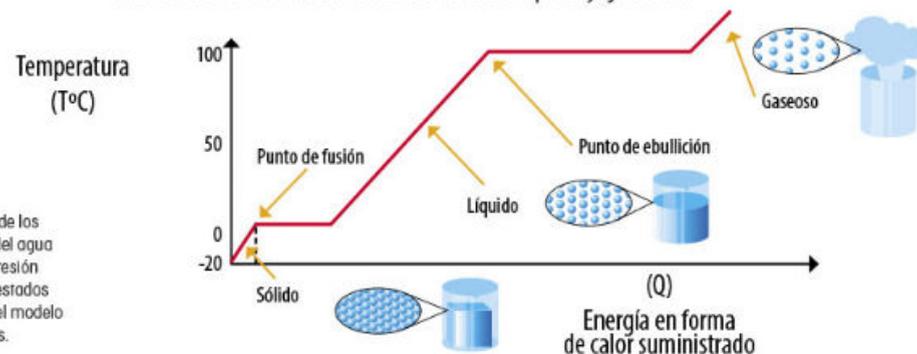


Figura 1.19 Gráfica de los cambios de estado del agua en condiciones de presión a nivel del mar. Los estados se representan con el modelo cinético de partículas.



Taller de habilidades científicas

## Cambios de estado del agua

En esta actividad observarán experimentalmente los cambios de estado del agua.

### Habilidades y actitudes que aplicarás

Observar, describir, interpretar, modelizar, comunicar

### Materiales y sustancias

- 10 cubos de hielo, un recipiente (olla) en el que puedan calentarse, estufa o mechero de gas o alcohol y tripié, termómetro de laboratorio

### Procedimiento

1. Coloquen los cubos de hielo en el recipiente. Midan con el termómetro la temperatura de su sistema y registrenla; será la temperatura inicial (figura 1.20).
2. Calienten el recipiente hasta que tengan agua en ebullición. Registren la temperatura cada dos minutos y anoten los estados de agregación del agua que observen. Escriban todos los datos en un cuadro.
3. Continúen calentando hasta que el volumen del agua se reduzca a la mitad.



Tengan cuidado mientras hacen el experimento, pues el recipiente estará muy caliente.



Figura 1.20 Es importante que al leer el termómetro, tengan la escala del termómetro a la altura de los ojos, para evitar el error de paralaje.

### Análisis de resultados

#### 1. Contesten en su cuaderno.

- ¿De qué están hechos los hielos? ¿En qué estado físico se encuentran?
- ¿Qué sucede cuando se calientan?
- ¿El líquido que obtienes al calentar los hielos está formado por la misma sustancia que éstos? ¿Cuál?
- ¿Qué le sucede al líquido del recipiente mientras se sigue calentando?
- ¿Qué observan cuando en su sistema se inicia la ebullición?
- ¿En qué estado físico se encuentra ahora la sustancia que formaba los hielos?

#### 2. Tracen una gráfica de temperatura (abscisas) vs. tiempo (ordenadas) con los datos obtenidos. Identifiquen en la gráfica en qué momentos tenían los siguientes estados de agregación: sólido, sólido y líquido, líquido, líquido y gas. Con base en su gráfica, contesten lo siguiente.

- ¿En qué momentos del experimento la temperatura se mantuvo constante? ¿En qué momentos varió?

#### 3. Escriban una conclusión donde expliquen, por ejemplo, que la temperatura se mantiene constante, aunque calienten, mientras se lleva a cabo el cambio de estado.

En el experimento anterior observaste los cambios de estado del agua. Hubo dos momentos en que la temperatura se mantuvo constante: mientras el agua se presentaba de manera simultánea en los estados sólido y líquido, y mientras se hallaba simultáneamente en los estados líquido y gaseoso. Una característica de las sustancias es que la temperatura se mantiene constante durante el **cambio de estado**. No todas las sustancias se presentan en los tres estados de agregación en condiciones ambientales.

La temperatura de fusión del agua es de 0 °C y su temperatura de ebullición, de 100 °C, ambas medidas al nivel del mar, donde la presión es de 760 torr. En la Ciudad de México, situada a 2 200 m sobre el nivel de mar, el punto de ebullición es de 93 °C. Esto se debe a que en un lugar ubicado a mayor altura la presión atmosférica es menor (en el caso de la Ciudad de México es de 585 torr), así que la presión que vencen las partículas para pasar del estado líquido al gaseoso también es menor y, por lo tanto, se requiere menor energía para lograrlo.

¿Sabes por qué en las carreteras de las regiones donde nieva la gente echa sal para evitar accidentes de automóviles? La respuesta se relaciona con el cambio en la temperatura de fusión del agua cuando ésta no se encuentra pura (figura 1.21). La sal común puede descender la temperatura de congelación del agua hasta los -10 °C., por lo que entonces el hielo se derretirá incluso a esta temperatura y no a los 0 °C.

El punto de fusión de una sustancia pura es generalmente más alto que el de la misma sustancia mezclada con otra. En contraste, el punto de ebullición de una sustancia pura es menor que el de una disolución de ésta. Los puntos de fusión y ebullición son características de cada sustancia pura, por ello es posible identificarlas y determinar si son sustancias puras o mezclas; es decir, sirven para determinar la **pureza** de un material.

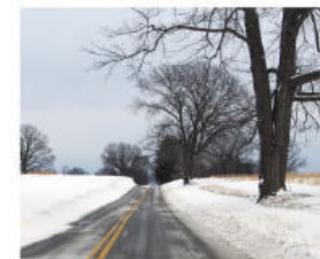


Figura 1.21 Se esparce sal en calles y caminos antes y durante las nevadas para evitar la acumulación de capas de hielo y nieve.



**Figura 1.22** La miel es un líquido más viscoso que el agua, por eso se forma un "hilo" cuando fluye como en la imagen.

Los líquidos y gases reciben el nombre de **fluidos** porque "fluyen", o sea, tienen movilidad. Cuando pones un líquido en un recipiente, tiende a fluir hacia las paredes y se adapta a ellas. Pero no todos los líquidos lo hacen a la misma velocidad, unos muestran más resistencia a hacerlo que otros. Esta resistencia a la movilidad se llama **viscosidad**. Los líquidos presentan viscosidades muy diferentes; cuanto más viscoso es un líquido, fluye más despacio (figura 1.22).

La viscosidad de los líquidos es una propiedad intensiva de la materia que disminuye con la temperatura. Gracias a esta propiedad, algunos líquidos se utilizan como lubricantes. Probablemente has oído hablar de los aceites lubricantes para automóviles (figura 1.23). Pregunta en un taller mecánico cómo seleccionan el aceite que usan para el motor de los automóviles, ¿cuándo se usa un aceite más viscoso y cuándo uno menos viscoso?



**Figura 1.23** La viscosidad de un lubricante para automóviles es un factor que se debe considerar en el momento de elegir uno.



Activa tus competencias ¿Cuál fluye más?

En esta actividad plantearás y harás los experimentos necesarios para ordenar varios líquidos de acuerdo con su viscosidad y demostrar que ésta es una propiedad intensiva de la materia.

- Reúnete con tu equipo para hacer lo que se indica.
  - Diseñen dos experimentos: uno para establecer una escala comparativa de viscosidades y otro para demostrar que la viscosidad es una propiedad intensiva. Consideren líquidos como agua, leche condensada, leche evaporada, miel, almíbar y glicerina.
  - Presenten sus diseños por escrito al profesor. Incluyan sus predicciones, es decir, lo que esperan observar y los materiales que utilizarán.
  - Lleven a cabo los experimentos, observen y de manera individual escriban sus explicaciones; después en equipo lean las predicciones de cada participante, sus explicaciones y lleguen en consenso a una sola que presentarán al grupo y su profesor.

Imagina que tienes dos vasos, uno con glicerina y otro con agua, pero no sabes cuál es cuál. Lo único que sabes es que tienen densidades diferentes y que la glicerina es menos densa que el agua. ¿Qué harías para decidir cuál es el contenido de cada vaso? Comenta tu respuesta con el profesor.

La **densidad** es una propiedad intensiva que relaciona la masa de la materia con el volumen que ésta ocupa. De acuerdo con el SI, sus unidades son kg/m<sup>3</sup>, pero en la práctica es más útil usar g/cm<sup>3</sup>.

Recuerda que un centímetro cúbico es igual en volumen a un mililitro. Por esta razón, es muy común que en los libros encuentres asentada la densidad de diversas sustancias en g/ml.

Intérn@te

Aprende más acerca de la densidad en esta dirección electrónica:  
<http://www.redir.mx/SQCS-028>.



**Figura 1.24** ¿Tendrá el mismo efecto que sobre un vidrio caiga 1 kg de algodón (a) que 1 kg de plomo (b)?

Para referirnos a la densidad usaremos la letra griega **rho**, que se escribe  $\rho$ . La manera de representar matemáticamente la densidad es:

$$\text{densidad} = \frac{\text{masa}}{\text{volumen}} \text{ es decir, } \rho = \frac{m}{v}$$

En términos simples, un objeto pequeño y pesado, como una piedra o un trozo de plomo, es más denso que un objeto grande y liviano, como por ejemplo, un corcho o un poco de espuma. Para objetos diferentes con la misma masa, si el volumen es mayor, el cociente m/v será menor y la densidad será menor; por otra parte, para objetos con la misma masa, si el volumen es menor, el cociente m/v será mayor y la densidad también mayor. Un objeto será más denso si tiene una masa mayor en un volumen determinado que si tiene una masa menor en ese mismo volumen (figura 1.24).

Todas las sustancias poseen densidades características que permiten diferenciarlas. Siempre que no ocurra una reacción química entre ellas, una sustancia de densidad menor flotará sobre una de densidad mayor (figura 1.25). De manera general, la densidad nos da información sobre la pureza y la composición de una sustancia; si es pura, deberá tener una densidad determinada; si no lo es, su valor será diferente.



**Figura 1.25** Los cuerpos con una densidad mayor a 1 g/ml se hundirán en el agua. La razón entre la masa del bote con su pasajero y el volumen de agua que desplazan estos, hace que el conjunto tenga una densidad menor que la del agua. Por eso el bote flota.



Activa tus competencias ¿Cuál se va al fondo?

En esta actividad comprobarás experimentalmente la diferencia entre las densidades de varios materiales.

- Reúnete con un compañero y hagan lo que se solicita.
  - Analicen los datos del cuadro 1.2, en el que se presenta la densidad de algunos materiales. Analicenlos y planteen una hipótesis que responda las preguntas.
    - ¿En qué orden se acomodarían el aceite y el agua si los vertieras en un vaso?
    - De los materiales incluidos en el cuadro, ¿cuáles flotan en el agua y cuáles se van al fondo?

Cuadro 1.2 Densidades de algunas sustancias

Sustancia	Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	Sustancia	Densidad (g/cm <sup>3</sup> )
piedra pómez	0.7	plomo	11.34
madera	0.2 a 0.8	agua	1.0
diamante	3.515	alcohol etílico	0.78
aceite	0.920	gasolina	0.68

- Escriban una propuesta experimental para comprobar su predicción.
- Antes de iniciar el experimento, investiguen las medidas de precaución necesarias para manipular los materiales que emplearán. Incluyan dos materiales menos densos que el agua y que no representen ningún peligro al manejarlos. Efectúen el experimento.
- Analicen los resultados y escriban sus conclusiones respecto al comportamiento de los materiales de diferente densidad.

- Discutan sus propuestas y conclusiones en grupo, junto con el profesor.

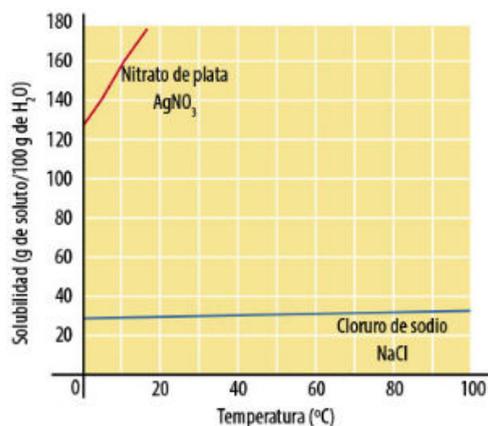
La **solubilidad** indica la cantidad máxima de soluto que se disuelve en determinada cantidad de disolvente a una temperatura dada. El **soluto** es la sustancia presente en una **disolución** en menor proporción, mientras que el **disolvente** se encuentra en mayor proporción. Ambos pueden estar en cualquier estado de agregación. La solubilidad generalmente se expresa en gramos de soluto que se pueden disolver en 100 g de disolvente, aunque hay otras maneras de expresarla que veremos más adelante.

La solubilidad es una propiedad intensiva y, por tanto, nos permite identificar las sustancias. En el **cuadro 1.3** observamos que el cloruro de sodio es muy **soluble**, mientras que el carbonato de calcio y el hidróxido de magnesio son prácticamente **insolubles**. En este caso el disolvente es agua. Sin embargo, no es el único disolvente. Existen otros como el alcohol etílico, la acetona, etcétera.

No todas las sustancias se disuelven igual. Algunos factores influyen en el proceso, como la presión, la temperatura y el grado de acidez y basicidad. Por ejemplo, observa la gráfica de la **figura 1.26**, que representa la solubilidad de dos sustancias. En el caso del nitrato de plata, la solubilidad se incrementa de manera más marcada con el aumento de temperatura que en el caso del cloruro de sodio, en el que la solubilidad casi no varía con los cambios de temperatura.

**Cuadro 1.3** Valores de solubilidad en agua a una temperatura dada

Sustancia	Solubilidad en agua a 30 °C (g/100 g de H <sub>2</sub> O)
cloruro de sodio	36.1
nitrito de sodio	94.4
carbonato de calcio	$3 \times 10^{-5}$
hidróxido de magnesio	$8.12 \times 10^{-4}$
sulfato de sodio	40.8



**Figura 1.26** En general, al aumentar la temperatura se favorece la solubilidad de los sólidos, pero no de igual manera para todos. Observa la gráfica.



Activa tus competencias **La huella de la solubilidad**

En esta actividad interpretarás datos de solubilidad y los representarás mediante una gráfica.

- Forma equipo con un compañero y haz lo que se indica.
  - Observen en el **cuadro 1.4** de la página siguiente los datos de la solubilidad de tres sustancias: cloruro de sodio, nitrato de potasio y sulfato de cerio, a diferentes temperaturas.
  - Elaboren con los datos una gráfica en la que se aprecien los cambios que sufre la solubilidad de cada sustancia con el incremento de temperatura. Manejen como variables la solubilidad, que colocarán en el eje de las ordenadas (y), y la temperatura, que pondrán en el eje de las abscisas (x).
  - Tracen la gráfica que corresponda a cada sustancia. Utilicen un color diferente para cada una. No olviden documentar su gráfica; pónganle un título y, en cada eje, indiquen qué variable está representada y las unidades correspondientes. En cada línea trazada anoten el nombre de la sustancia a la que corresponde.



**Cuadro 1.4** Solubilidad de algunas sustancias en agua a diferentes temperaturas

Sustancia \ Temperatura	0	10	20	30	60	70	80	90	100
cloruro de sodio	35.7	35.8	35.9	36.1	36.4	37.1	38	38.5	39.2
nitrito de potasio	13.9	21.2	31.6	45.3	61.3	106	167	203	245
sulfato de cerio	21.4	-	9.8	7.2	5.6	3.9	-	-	-

La solubilidad se indica en gramos de sustancia que se disuelven en 100 g de agua y la temperatura en grados Celsius. No hay datos para las casillas en blanco (-).

- Una vez que terminen la gráfica contesten las siguientes preguntas. Luego intercambien su gráfica con la de otro equipo para que, con base en ésta, respondan las mismas preguntas.
  - ¿En cuál de los tres casos la solubilidad aumenta con el incremento de la temperatura?
  - ¿En cuál de ellos disminuye?
  - En el caso del cloruro de sodio, ¿cómo varía la solubilidad cuando se aumenta la temperatura? ¿Este aumento es de igual magnitud que en el caso del nitrato de potasio?
  - Con base en su gráfica, ¿qué cantidad de cada sustancia se disolverá a 65 °C?
  - ¿Cuál de las sustancias estudiadas tiene una mayor solubilidad a 65 °C?
  - ¿Fue fácil interpretar las gráficas elaboradas por sus compañeros? ¿Por qué?



**RECONOCE LO QUE AHORA SABES**

Los propósitos de esta lección eran que aprendieras a clasificar diferentes materiales de acuerdo con su estado de agregación y que apreciaras la influencia de algunas propiedades como la temperatura en los diferentes estados de agregación.

Por otra parte, era importante que conocieras las diferencias entre las propiedades extensivas e intensivas, y que supieras cuáles de ellas caracterizan a una sustancia en particular.

Ahora te proponemos que te autoevalúes y reflexiones acerca de si se lograron los propósitos mencionados.

- Lee otra vez las preguntas de la sección "Reconoce lo que sabes" de la **página 21** y compara tus respuestas con las que darías ahora. ¿Han cambiado? Modifícalas o complétalas en tu cuaderno si lo consideras necesario.
- Elabora, con algún material de tu elección, modelos para representar las partículas de un sólido, un líquido y un gas. Compara tus modelos con los de tus compañeros.
  - Utilizando tus modelos, representa cómo se moverían las partículas en cada cambio de estado.
- Reflexiona cómo aprovechas en lo cotidiano las propiedades de densidad, viscosidad y solubilidad. Piensa, por ejemplo, en la flotación de un cuerpo, en los alimentos instantáneos que se deben disolver en agua, en la manera en que debemos tomar una cucharada de miel o cajeta, entre otras cosas.



Para saber más

La capacidad de muchas sustancias para disolverse en agua es de gran importancia en el desarrollo de la vida. Para que se transporten y ejerzan su función dentro de nuestro cuerpo, los nutrientes y las sales minerales se encuentran disueltos en agua. De manera similar, para que se eliminen las sustancias de desecho, deben estar disueltas en agua.

## Identificación de las propiedades físicas de los materiales II

Lección **3**

### Propiedades extensivas e intensivas. Medición

**APRENDIZAJES ESPERADOS**

• Explica la importancia de los instrumentos de medición y observación como herramientas que amplían la capacidad de percepción de nuestros sentidos.

**RECONOCE LO QUE SABES**

El pasado 15 de febrero, Diana y Carolina estuvieron muy interesadas en observar el paso del asteroide llamado 2012DA14; miraron el cielo pero no pudieron verlo a simple vista, así que decidieron ver las noticias de la NASA. Ahí se dieron cuenta de que habrían requerido un telescopio para lograr su objetivo. El reportero mencionó que el asteroide medía aproximadamente 50 m de ancho y que pasó a 27 600 km de la superficie de la Tierra (figura 1.27).

Responde en tu cuaderno las siguientes preguntas. Luego comenta las respuestas con tu grupo y el profesor.

- ¿Cómo supones que los científicos conocieron los datos del asteroide 2012DA14?
- ¿Qué propiedades de los materiales puedes medir tú? ¿Para qué lo haces?
- ¿Consideras que todas las propiedades de la materia se pueden medir? ¿Por qué?

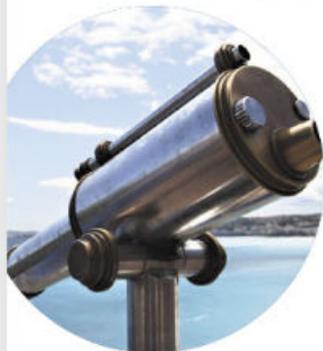


Figura 1.27 Para ver los cuerpos celestes se utilizan los telescopios.



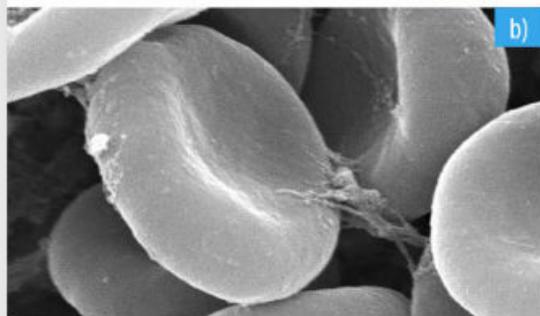
a)

**NUEVOS ELEMENTOS**

En el curso de la historia, el ser humano ha aprovechado los recursos de su entorno con ayuda de la observación, la acumulación de experiencias, la curiosidad y la imaginación. Con sus sentidos, el hombre primitivo exploró el mundo que lo rodeaba, aprendió qué era bueno para comer y qué lo perjudicaba, qué era temible o peligroso y, por lo tanto, debía evitarse.

Sin embargo, las personas se percataron de que no eran capaces de percibirlo todo sólo con sus cinco sentidos, en especial lo muy pequeño o muy remoto. Para solucionar este problema usaron su ingenio e inventaron dispositivos o procedimientos para investigar más allá de lo que podían percibir por sí mismos. Es un hecho que la historia de los descubrimientos científicos está ligada a la de la tecnología con que fueron generados. Por ejemplo, en Ciencias I aprendiste que el conocimiento de la célula y de los microorganismos patógenos fue posible debido a la invención del microscopio (figura 1.28).

De manera similar, gracias a los telescopios que fabricó, Galileo pudo observar algunas características de la Luna, contar las estrellas que forman la constelación de Orión y descubrir la naturaleza de la Vía Láctea.



b)

Figura 1.28 Actualmente, los microscopios son muy potentes (a) y con ellos somos capaces de observar células de tamaños inferiores a 5 µm (micrómetros), como los glóbulos rojos de esta imagen (b).

Así, la ciencia moderna ha permitido el aumento en la precisión de algunos sentidos, en particular la visión y la audición, para percibir el entorno. El sentido de la vista se ha ampliado por medio del telescopio y el microscopio, mientras que el de la audición, mediante el estetoscopio y el teléfono (figura 1.29).

Figura 1.29 El estetoscopio ayuda a escuchar el sonido de los latidos del corazón, que de otra manera sería difícil oír.



Taller de habilidades científicas

## Los sentidos en el reconocimiento de materiales

En esta experiencia apreciarás que los sentidos son limitados para percibir algunas propiedades de los materiales.

**Habilidades y actitudes que aplicarás**

Observar, identificar, predecir, comunicar. Manifestarás interés, curiosidad e imaginación.

**Materiales y sustancias**

- Vasos con: sal, azúcar, agua con el jugo de un limón, agua con el jugo de dos limones, harina, bicarbonato de sodio, champú para el cabello, acondicionador para el cabello, crema para el cuerpo, jabón líquido.

**Procedimiento**

1. El profesor colocará sobre la mesa de trabajo cinco pares de vasos que contendrán los materiales mencionados, agrupados según se indica en el siguiente cuadro, pero sólo él conocerá el contenido de cada vaso. Cada par de vasos representa un caso.
2. Ahora trata de identificar el material de cada vaso, usando los sentidos que se indican en el cuadro.

	Contenido de los vasos		Sentidos que puedes usar
Caso 1	azúcar	sal	vista y tacto
Caso 2	agua con el jugo de un limón	agua con el jugo de dos limones	vista y olfato
Caso 3	harina	bicarbonato de sodio	tacto y olfato
Caso 4	champú para el cabello	acondicionador para el cabello	vista y olfato
Caso 5	crema para el cuerpo	jabón líquido	vista y tacto

**Análisis de resultados**

1. Diseña un cuadro en el que asientes el contenido de cada uno de los vasos. Incluye una columna donde escribas las dificultades que encuentres debido al limitado alcance de los sentidos.
2. Si hubieras tenido que elegir un solo sentido para hacer la identificación, ¿cuál habría sido? ¿Por qué?
3. Escribe tus conclusiones respecto al uso de los sentidos para identificar diferentes materiales.



Los científicos tienen gran interés por **medir** las cosas, pues de esta manera relacionan parámetros y hacen generalizaciones. En Ciencias II aprendiste que medir es **comparar** una magnitud con otra (figura 1.30). La medición también es importante porque otras personas interesadas en el mismo tema pueden reproducir las experiencias y coincidir en los resultados, o bien, llegar a otros.

Figura 1.30 La cinta métrica tiene marcas que corresponden con una magnitud. Para medir la longitud de algo se compara con las marcas.



Activa tus competencias **Medidas para cada caso**

Con esta actividad apreciarás la importancia de la medición y los materiales que se emplean para dicho fin, de acuerdo con cada circunstancia.

- Lleva a cabo lo siguiente.
  - Analiza el tipo de mediciones que deben efectuarse en cada una de las recetas de la figura 1.31, las magnitudes que es necesario medir y el material y el equipo requeridos para hacerlo.
  - Elabora un cuadro en el que presentes tu análisis.
  - Escribe cuáles son las diferencias entre las dos recetas.
  - Contesta.
    - ¿En cuál de las dos recetas se dan instrucciones más precisas para medir la masa de los ingredientes necesarios?
    - ¿La salsa tendrá el mismo sabor si es preparada por una persona con manos grandes que si es preparada por una con manos pequeñas? ¿Por qué?
    - ¿Qué cuchara usarías para medir la mantequilla, una nevera, una de plástico o una para cocinar? Piensa en el tamaño de cada una de ellas y argumenta tu respuesta.
    - ¿Sería fácil preparar el medicamento si la masa de los componentes de la fórmula médica se midiera con instrumentos como los empleados en la elaboración de la salsa? ¿Por qué?



Figura 1.31 a) Receta para elaborar una salsa y b) receta para preparar un medicamento para la piel

**Medición de propiedades cualitativas**

¿Alguna vez te has preguntado si se puede medir el olor de los perfumes, el picor de los chiles, el ruido de un motor, el sabor de un dulce o el color de una pintura? ¡Claro que se pueden medir! Por ejemplo, el picor del chile (ese que pones en tus tacos), se mide de manera indirecta al detectar una sustancia llamada **capsaicina** con un **cromatógrafo líquido de alta resolución**, o también mediante una estimación, empleando personas que saboreen diferentes diluciones del chile en cuestión y con ello asignar un valor en una escala llamada Scoville (figura 1.32).



Figura 1.32 La cantidad de capsaicina que tienen los chiles es directamente proporcional a su nivel de picor.

**Glosario**

**Capsaicina:** componente responsable de que los chiles sean picantes; se encuentra en las semillas y membranas de este fruto.

Por otro lado, la concentración y la intensidad del olor se miden con el **olfatómetro**, que también se utiliza para diagnosticar de manera precoz trastornos neurodegenerativos como el síndrome de Alzheimer y la enfermedad de Parkinson, ya que los pacientes presentan pérdida de olfato (anosmia) como síntoma previo. Para medir el nivel de ruido se utiliza el **sonómetro** y para medir el color se utilizan los **colorímetros** y **espectrofotómetros** (figura 1.33).

**Medición de propiedades cuantitativas**

La unidad básica de medida de la masa en el Sistema Internacional de unidades (SI) es el **kilogramo (kg)**, que es la masa del prototipo internacional de un bloque elaborado con una aleación de platino e iridio, dos metales muy duros, que se conserva en la Oficina Internacional de Pesas y Medidas en París, Francia. En México se tiene la copia número 21 de este patrón en el Centro Nacional de Metrología, ubicado en la ciudad de Querétaro. Todos los patrones que se usen en nuestro país deben ser comparados con esta copia (figura 1.34).



Figura 1.33 Espectrofotómetro portátil de laboratorio



Figura 1.34 En México, la elaboración de los patrones que se emplean para medir masa está basada en el kilogramo patrón que está en el Centro Nacional de Metrología.



Activa tus competencias **Necesidad de emplear diferentes unidades de masa**

Mediante esta actividad descubrirás las razones por las que usamos distintas unidades de masa para medir esta propiedad.

- Lee las situaciones y luego contesta en tu cuaderno.

Imagina que eres una persona de negocios versátil que efectúa continuamente operaciones de compra y venta de artículos muy diversos. El reporte de tus actividades del último mes indica que efectuaste operaciones con 100 toneladas de varilla y 150 toneladas de cemento para la industria de la construcción; 5 000 kg de ganado (figura 1.35a) para el mercado de exportación de carne fina y varios lotes de brillantes de 1 quilate con joyeros de prestigio (figura 1.35b).

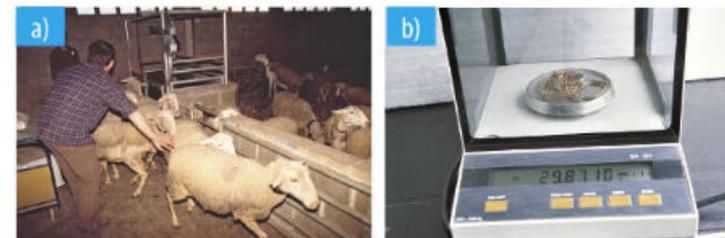


Figura 1.35 El tipo de instrumento de medición que habrá de utilizarse depende de lo que se quiere pesar. Por ejemplo: a) para comprar y vender reses se emplean básculas en las que puede pesarse el ganado por toneladas y b) un químico requiere balanzas especiales para pesar miligramos con precisión, como la balanza analítica.

- ¿Sería útil reportar la masa de los brillantes en toneladas, la del ganado en quilates y la del cemento en gramos? ¿Por qué?
- ¿Te serviría un mismo tipo de balanza en todos los casos mencionados? ¿Por qué?



- ¿Cuál es el tipo de balanza apropiado para cada caso y por qué?
- ¿Por qué utilizamos distintas unidades de masa para medir esta propiedad?

Ayer, te pidieron que fueras al mercado y compraras tres docenas de naranjas, medio kilo de bisteces, un kilo de azúcar y cien gramos de chocolates.

- ¿Cuáles son las unidades de masa que sirvieron para que adquirieras estos artículos?
- ¿A cuántos gramos equivale un kilogramo? ¿A cuántos kilogramos equivale un gramo?
- ¿Cuántas veces cabe la masa de medio kilogramo de bisteces en la masa de 1 kg de azúcar?
- ¿Cuántas veces cabe la masa de 100 g de chocolates en la masa de 1 kg de azúcar?



Para saber más

El término *quilate* proviene de la palabra griega *keration*, que significa "algarroba", porque las semillas de este fruto eran empleadas en la Antigüedad para pesar perlas y gemas debido a la supuesta uniformidad de su peso. Un quilate equivale actualmente a 200 mg (figura 1.36).



Figura 1.36 La unidad de peso de los diamantes es el quilate. Hay diamantes que llegan a pesar cinco quilates, lo que hace que su valor sea enorme.



Figura 1.37 En la Edad Media (siglos v a xv) los alquimistas ya empleaban balanzas en sus investigaciones.

Ante la necesidad de determinar masas de órdenes de magnitud muy diferentes, se emplean múltiplos y submúltiplos de la unidad fundamental. Por lo general, se toma como referencia el kilogramo, pero en el caso particular de la masa se usa el gramo (g), que es un submúltiplo (cuadro 1.5). Siempre debes escribir la cifra acompañada de la unidad correspondiente, sin plural y sin punto después del símbolo; por ejemplo: 100 g, 200 kg, 5 mg.

Cuadro 1.5 Algunos múltiplos y submúltiplos del kilogramo		
Unidad	Símbolo	Equivalencia en gramos (g)
kilogramo	kg	1 000
gramo	g	1
miligramo	mg	0.001 = $1 \times 10^{-3}$
microgramo	µg	0.000001 = $1 \times 10^{-6}$
nanogramo	ng	0.000000001 = $1 \times 10^{-9}$
picogramo	pg	0.000000000001 = $1 \times 10^{-12}$

La **balanza** es un instrumento que permite comparar la masa de un objeto con la masa del patrón conocido. Como los objetos de igual masa son atraídos por la Tierra con igual fuerza, es decir, tienen el mismo peso, el equilibrio de la balanza indicará que la masa desconocida del objeto es igual que la masa de los patrones utilizados. Por este motivo, en una balanza se miden masas y pesos al mismo tiempo.

Si se trabaja en un mismo lugar de la Tierra, la relación entre masas es igual que la relación entre pesos, por eso a la operación en la que se mide masa o peso se le llama indistintamente **pesar**.

La técnica de pesar fue conocida por nuestros antepasados, dada su importancia en el comercio. El término **balanza** se deriva del latín *bilanx*, que significa "que tiene dos platos" (figura 1.37).

Por otra parte, cuando elaboras en tu casa algún platillo y sigues una receta, es común que encuentres indicaciones respecto a las cantidades de cada ingrediente que debes utilizar: el jugo de un limón, una taza de leche, cinco gotas de colorante vegetal, y así sucesivamente.

Pero ¿qué sucede si el limón que usas para elaborar un pastel está demasiado seco, o si las tazas de la cocina resultan demasiado chicas o el gotero del colorante artificial tiene un orificio demasiado grande? Es probable que el alimento que preparaste no tenga las características de sabor, consistencia o presentación que tú esperabas.



Figura 1.38 Si un globo inflado se deja en un medio muy caluroso puede llegar a reventarse porque el gas se expande, es decir, aumenta su volumen.

Existen diferentes maneras de medir el volumen, según se trate de objetos sólidos, líquidos o gaseosos. El **volumen** de los sólidos y líquidos se considera constante porque cambia en proporciones muy pequeñas al variar la temperatura. Los gases, por otro lado, ocupan todo el volumen del recipiente que los contiene, y éste cambia sensiblemente con la presión y la temperatura (figura 1.38).



Activa tus competencias Medición de volumen en gases y líquidos

En esta experiencia diseñarás un método para determinar el volumen de una sustancia en estado gaseoso y otra en estado líquido.

1. Reúnete con un compañero y efectúen lo que se indica.
  - Propongan una actividad experimental para determinar el volumen de una sustancia en estado gaseoso y otra en estado líquido. Hagan una lista con los pasos que seguirán para cada medición. Revisenla con el profesor y llévenla a cabo en el salón o en casa. Discutan las dificultades que encontraron en su propuesta.
  - Investiguen en el mercado los volúmenes más comunes en que se distribuyen los siguientes productos líquidos: refrescos embotellados, perfumes, anticongelante para automóviles, gotas para los ojos, esmalte para uñas, agua purificada, gasolina y otros que ustedes propongan.
  - Disertan acerca de cómo se miden generalmente los productos gaseosos, ¿por volumen o por masa? Investiguen si el gas doméstico (natural o LP) se vende por masa o por volumen.
  - Comenten con sus compañeros qué errores puede haber al emplear utensilios como una taza, una cuchara o un gotero para medir volúmenes. ¿Con cuál de ellos tendrían la certeza de no cometer un error? ¿Por qué?

Para muchos de los procesos químicos que se llevan a cabo en la industria, tales como la elaboración de refrescos embotellados, la preparación de medicamentos en estado líquido o el empaquetado de productos líquidos para la limpieza, es necesario trabajar con mediciones estándar y un margen de error mínimo. Por ello se usan las unidades de volumen establecidas oficialmente.

Por otra parte, dado que una misma cantidad de gas puede ocupar diferentes volúmenes, lo más conveniente para medirlos son las unidades de masa. Por ejemplo, los tanques portátiles de gas LP para uso doméstico se venden en capacidades de 10, 20, 30 y 45 kilogramos (figura 1.39). Sin embargo, hay que aclarar que el gas LP mientras esté dentro de estos tanques en realidad se encuentra en estado líquido; de ahí la abreviatura de LP (licuado del petróleo). Cuando disminuye la presión, al dejarlo fluir, pasa inmediatamente al estado gaseoso.



Figura 1.39 Los contenedores facilitan el uso del gas LP como combustible para estufas y calentadores.

Cuadro 1.6 Algunos múltiplos y submúltiplos del litro		
Unidad	Símbolo	Equivalencia en litros (l)
hectolitro	hl	100
decalitro	dal	10
litro	l	1
decilitro	dl	$1 \times 10^{-1}$
centilitro	cl	$1 \times 10^{-2}$
mililitro	ml	$1 \times 10^{-3}$



Figura 1.40 En la investigación farmacéutica la medición con instrumentos de alta precisión es uno de los factores determinantes para la elaboración de medicamentos confiables y efectivos.

Los volúmenes pueden ser de magnitudes muy diferentes, como el volumen de un tinaco de agua (1 000 l), el de un recipiente de crema ácida para la comida (1 l) o el de un perfume (0.1 l). Por tanto, es necesario emplear múltiplos y submúltiplos de la unidad más usual de volumen, el litro (cuadro 1.6).

En los laboratorios donde se llevan a cabo procesos químicos se requieren mediciones de volumen que pueden ser aproximadas o bien tener un alto grado de precisión (figura 1.40). Un ejemplo de proceso en el que la medición del volumen resulta aproximado es el llenado de latas de alimentos; en cambio, un proceso en el que se debe medir con un alto grado de precisión es el llenado de ampollas que contienen un medicamento.

Por eso se han diseñado diferentes aparatos para cada caso específico. El laboratorio de química está provisto de diferentes recipientes para medir volúmenes, la mayoría de ellos fabricados con vidrio.

Cuando desees hacer mediciones aproximadas en tu laboratorio, usa los **vasos de precipitados** y los **matraces Erlenmeyer**. Éstos tienen marcas que indican volúmenes aproximados y en ellos se pueden hacer experimentos. En realidad, su función principal es contener líquidos y no medirlos. En las actividades cotidianas, utilizamos otros recipientes para medir volúmenes de manera aproximada, como tazas medidoras de la cocina, jeringas, vasos dosificadores que vienen con los jarabes y los biberones (figura 1.41).

Las **probetas** y las **pipetas** graduadas tienen una escala impresa y con ellas se miden volúmenes con un margen de error menor. Pero si lo que quieres es hacer mediciones con el mínimo error posible, deberás usar **buretas**, **pipetas volumétricas** o **matraces aforados**.

### RECONOCE LO QUE AHORA SABES

Con lo que has leído en esta lección y con las actividades que has llevado a cabo, te has percatado de que nuestros sentidos son limitados para medir las propiedades de la materia, por lo que es necesario utilizar instrumentos de medición.

1. Reflexiona y contesta las preguntas para que te des cuenta de tus avances.
  - Vuelve a leer tus respuestas de la sección "Reconoce lo que sabes" de la página 32 y compáralas con las que darías ahora, ¿en qué se han modificado?
  - Si fueras un químico que trabaja en un laboratorio, ¿qué material para medir masa y volumen utilizarías al preparar un medicamento inyectable que cure una infección de la garganta? Justifica tu respuesta.
2. Redacta una conclusión en la que expongas por qué los sentidos resultan limitados para determinar la magnitud de algunas propiedades de los materiales.
  - Escribe qué sería necesario hacer para poder determinarlas.
  - Elabora una lista con 12 aparatos e instrumentos de medición que conozcas y menciona para que sirve cada uno y en que unidades de medición funciona.



Figura 1.41 Algunos recipientes volumétricos comunes

## Experimentación con mezclas

### Mezclas homogéneas y heterogéneas Método de separación de mezclas con base en las propiedades físicas de sus componentes

Lección

4



Para saber más

Las plantas medicinales de origen mexicano como el gordolobo, el chicalote y la buganvilla (figura 1.42), auxilian en el tratamiento de enfermedades en las vías respiratorias, ya que contienen sustancias como la berberina, las gnaphalinas y las betacioninas, que relajan el músculo liso que cubre la tráquea.



Figura 1.42

Tradicionalmente, se usa la buganvilla para aliviar la tos, asma, bronquitis, gripa y tosferina.

#### 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.
- Deduce métodos de separación de mezclas con base en las propiedades físicas de sus componentes.

#### RECONOCE LO QUE SABES

Diego y Joselyn revisan lo que hay en la alacena de su casa y encuentran un recipiente con un líquido aceitoso que tiene en su base algo parecido a miel cristalizada. Desean saber qué es para decidir si lo guardan o lo tiran a la basura. ¿Qué deben saber y hacer para resolver su problema?

Antes de iniciar esta lección, piensa y contesta las preguntas.

- ¿Para ti qué es una mezcla?
- ¿Qué tipos de mezclas conoces? Menciona dos ejemplos de cada tipo.
- Si preparas café de grano, ¿cómo separarías el líquido de los residuos de café?
- ¿A qué se referirá el término "agua destilada"?

#### NUEVOS ELEMENTOS

Los seres humanos sienten la necesidad de estudiar y conocer el mundo que los rodea e intercambiar, de manera sistemática, la información que obtienen. Esto ha contribuido a que se establezcan diferentes sistemas de clasificación del conocimiento acumulado por las personas; por ello hay clasificaciones de alimentos, de materiales, de utensilios, de plantas y otras que ya has estudiado, como la clasificación de los seres vivos, las propiedades de la materia, los estados de agregación, etcétera.

#### Una clasificación particular: el caso de las mezclas. Mezclas homogéneas y heterogéneas

Una clasificación empírica de las plantas es la que se hace en la **herbolaria**, que nos permite categorizar a las plantas por el efecto que producen en el cuerpo al ser ingeridas; un modo de usarlas es preparando infusiones, comúnmente llamadas **tés**. Las plantas contienen gran cantidad de

sustancias y algunas de ellas tienen propiedades medicinales. Al preparar una infusión, se hierva la planta en agua, con lo que las sustancias o compuestos activos se disuelven; luego se cuelean las hierbas y se bebe el líquido, que es una disolución con aspecto homogéneo. Aunque no se vea la **sustancia activa**, después de un tiempo de haberla bebido, se percibe su efecto (figura 1.43).

#### Glosario

**Sustancia activa:** parte de un medicamento que contiene la propiedad curativa.



Figura 1.43 Los herbolarios conocen las propiedades medicinales de las plantas y las clasifican de acuerdo con este criterio.

La infusión de gordolobo con miel y canela que te preparas para aliviar la tos está formada por varios componentes, es decir, se trata de una mezcla, por lo que cada componente puede ser separado de los otros, con mayor o menor facilidad.

Sin embargo, a simple vista sólo notamos el aspecto uniforme de la mezcla. En realidad, muchos materiales que nos rodean son mezclas; por ejemplo, el cereal que desayunas, el agua de jamaica, tu pupitre, un mantel, el cemento, la sangre, la leche, entre otros. En la mayoría de los casos lo que percibimos es el estado de agregación en que se encuentran.

Una **mezcla** es la unión de dos o más sustancias que no reaccionan químicamente entre sí; es decir, que no se transforman en otras. Las mezclas están constituidas por dos fases: la **fase dispersa**, que se encuentra en menor cantidad, y la **fase dispersante**, que aparece en mayor cantidad (figura 1.44). Las partículas de la fase dispersa se distribuyen entre las de la fase dispersante, en algunos casos de manera regular y en otros irregularmente.



Figura 1.44 En esta mezcla se aprecia la fase dispersa, el aceite, y la dispersante, el agua.

Otra característica de las mezclas es que sus componentes originales se pueden separar por medios físicos. En una mezcla, las propiedades del conjunto pueden diferir de aquéllas de las partes que la constituyen, pero si éstas se separan, conservarán sus características originales. Por ejemplo, la temperatura de fusión del agua a nivel del mar es de 0 °C, pero, cuando se mezcla con sal de mesa (cloruro de sodio), la temperatura de fusión de la disolución resultante es menor.

Una manera de clasificar la materia para su estudio es considerar (además de su estado de agregación) si se encuentra formando mezclas homogéneas o heterogéneas.

Las **mezclas homogéneas** o disoluciones son de apariencia totalmente uniforme y sus componentes, indistinguibles, se encuentran en un solo estado de agregación. A esta materia, cuyas propiedades y composición son idénticas en cualquier porción de ella que se estudie, se le denomina **fase**. Las mezclas homogéneas tienen una sola fase. Éste es el caso de la infusión colada, el aire, la gasolina, el agua de jamaica, las aleaciones o los plásticos (figura 1.45).

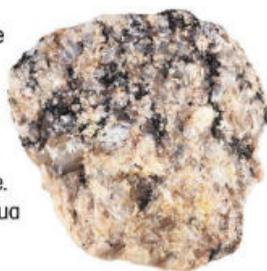


Figura 1.46 El granito es una mezcla heterogénea sólida. Observa las vetas de diferente color, que corresponden con los distintos minerales que lo forman.

En las **mezclas heterogéneas**, por otro lado, se identifican dos o más materiales con diferentes propiedades.

Esto significa que las mezclas heterogéneas tienen dos o más fases en igual o distinto estado de agregación, cada una con apariencia y propiedades específicas. Ejemplos de este tipo de mezclas son el cereal con leche, una ensalada de verduras, la infusión sin colar, el aceite con agua, la arena de mar, el granito y el mármol (figura 1.46).



Figura 1.45 Agua con saborizante, café y té, son algunos ejemplos de mezclas homogéneas.

Para saber más

La pirita es un mineral de color amarillo conocido como **oro de los tontos**, **oro de gato** u **oro de los locos**. Su semejanza física con el oro hace que la gente los confunda, aunque en realidad este mineral es una mezcla que contiene en mayor proporción sulfuro de hierro (II) (FeS) y, en menor, sulfuros de otros metales como el de cobre (II) (CuS).

Las mezclas también se clasifican de acuerdo con otros criterios; por ejemplo, el tamaño de las partículas que las forman y su filtrabilidad. Revisa estos criterios en el cuadro 1.7.

Tipo de mezcla	Disolución	Coloide	Suspensión	Emulsión
Criterio				
Tamaño de las partículas de la fase dispersa	< que 1 nm	10-10 000 nm	> que 10 000 nm	10-1 000 nm
Homogeneidad	homogénea	en el límite	heterogénea	heterogénea cuando es inestable
Acción de la gravedad	no sedimenta	puede sedimentar	sedimenta	se separan las dos fases
Filtrabilidad	no filtrable	no filtrable	filtrable	no filtrable
Ejemplo	sal en agua	gelatina	arena en agua	aceite en agua



Activa tus competencias Clasifica las mezclas

En esta actividad aplicarás tus habilidades para reconocer diferentes tipos de mezclas.

- Diseña un mapa mental acerca de las mezclas; considera lo siguiente.
  - Plantea propiedades, diferencias y ejemplos de mezclas homogéneas y heterogéneas.
  - Incluye, además de los ejemplos que consideres adecuados, los siguientes: smog, jarabe para la tos, perfume, champú para el cabello, latón, peltre, oxígeno medicinal y oro de las monedas antiguas. En caso de duda, investiga la composición de los materiales antes de colocarlos en algún sitio determinado del mapa mental.
  - Cuando termines, compara tu mapa con el de tus compañeros. Revisen que las clasificaciones coincidan; de no ser así, discutan las discrepancias.
- Completa este cuadro.

Mezcla de...	¿Cuántas fases se distinguen?	¿Es un ejemplo de mezcla homogénea o heterogénea?
sal y agua		
azúcar, agua y canela		
pan molido y sal		
café de grano y agua		
sal y azúcar		

En las **disoluciones**, la fase dispersa (denominada **soluto**) se encuentra esparcida o disgregada en la fase dispersante (denominada **disolvente**), como el azúcar en el agua. En este caso, el tamaño de las partículas de soluto y disolvente es similar, de modo que la mezcla es homogénea (figura 1.47). Las disoluciones permanecen indefinidamente en ese estado de dispersión, así que no habrá separación de sus componentes si se dejan en reposo, mientras no cambien las condiciones de temperatura, presión y concentración.



- Disolvente
- Soluto
- Soluto 2

Disolución

Figura 1.47 Representación de los componentes de una disolución de acuerdo con el modelo cinético de partículas.



Figura 1.48 Las aguas frescas preparadas con frutas molidas, o con avena o arroz molidos, son ejemplos de suspensiones.

En las **suspensiones**, las partículas de la fase dispersa son lo suficientemente grandes para percibirse a simple vista o con ayuda de un microscopio; se consideran, por ello, mezclas heterogéneas. Las suspensiones se mantienen dispersas por cierto tiempo después de agitarlas, pero al final los componentes se separan debido a que las fuerzas de dispersión son menores que las que provocan la precipitación (Figura 1.48).

En algunas mezclas, las fuerzas de interacción que se crean entre las moléculas del disolvente impiden que éstas se precipiten aun después de periodos muy largos. Un ejemplo de este tipo de mezclas son las **emulsiones**. Éstas son mezclas de dos líquidos **inmiscibles**, esto es, que no son solubles el uno en el otro (Figura 1.49). En ellas, un líquido (la fase dispersa) es dispersado en otro (la fase dispersante) en forma de pequeñas gotas.

Las emulsiones normalmente no son estables. Por ejemplo, si combinas un poco de aceite y agua en un vaso, y agitas éste con fuerza, se forma una emulsión en la que la fase dispersa (aceite) se concentra en pequeñas

gotas distribuidas en la fase dispersante (agua). Si continúas agitando la mezcla, se puede mantener así, pero si la dejas en reposo, las gotas de aceite se unen entre sí hasta que en poco tiempo los líquidos se separan del todo; es decir, la emulsión se rompe y se transforma en una mezcla heterogénea.

Algunas mezclas están en el límite entre las homogéneas y las heterogéneas; a éstas se les denomina **coloides**. En los coloides, las partículas de la fase dispersa tienen un tamaño intermedio entre las de una suspensión y las de una disolución, y están dispersas de modo uniforme. Las fuerzas de interacción que se crean entre las moléculas del disolvente y las partículas coloidales evitan que éstas se precipiten, aun después de periodos muy largos (Figura 1.50).

**Intérn@te**

En los siguientes sitios de Internet encontrarás recursos relacionados con las mezclas:

<http://www.redir.mx/SQCS-042a>

<http://www.redir.mx/SQCS-042b>



Figura 1.49 La crema líquida para el cuerpo es una emulsión formada principalmente por grasas dispersas en agua.

Figura 1.50 Éstos son ejemplos de coloides, a) catsup, b) espuma para el cabello, c) gelatina, d) mayonesa.



Activar tus competencias **Concentración... ¿para qué?**

En esta actividad apreciarás en tu entorno cotidiano el concepto concentración.

1. Responde en tu cuaderno.
  - ¿Recuerdas haber probado una sopa salada y una insípida? ¿En cuál de ellas hay mayor cantidad de sal? ¿Cómo lo sabes?
  - Cuando hablamos de una gran concentración de personas, ¿a qué nos referimos?
  - La sopa enlatada y el jarabe para preparar agua fresca tienen en la etiqueta la palabra **concentrado**, además, una instrucción específica, ¿cuál es?, ¿por qué es necesario seguirla?
  - ¿Cuál es la diferencia entre la leche evaporada y la común (Figura 1.51)?



Figura 1.51 La leche evaporada, que se vende comúnmente enlatada, tiene menor cantidad de agua que la leche normal.

1. Pregunta en la farmacia por algún medicamento que venga en dos presentaciones: para niños y para adultos. Compara la cantidad del principio activo (la sustancia que provoca el efecto en el organismo) en cada una de ellos y contesta.
  - ¿Hay alguna diferencia entre la cantidad de medicamento que contiene una y otra presentación?
  - ¿En cuál de ellas es mayor la concentración?
2. Comenta con un compañero cuáles son las diferencias o similitudes en el uso del término **concentración** en cada caso mencionado en esta actividad. Al terminar, discútanlo con el grupo.

**La concentración de las mezclas**

La **concentración** es una propiedad de la materia que usas de manera cotidiana; es un cociente que relaciona la cantidad de soluto disuelta en determinada cantidad de disolución.

Supongamos que tienes tres sobres de polvo para preparar café soluble y seis vasos, cada uno con 100 ml de agua. La densidad del agua tiene un valor de 1 g/ml, por lo que en cada vaso habrá 100 g de agua. Al primer vaso le añades una cucharada pequeña de polvo para preparar café soluble, al segundo dos cucharadas pequeñas, al tercero tres y así sucesivamente. Si el contenido de cada sobre es de 40 g y se obtienen 10 cucharadas por sobre, ¿qué cantidad de polvo habrás puesto en cada vaso? Veamos.

1 sobre = 40 g de polvo. Como un sobre equivale a 10 cucharadas, entonces:

$$\frac{40 \text{ g}}{10 \text{ cucharadas}} = 4 \text{ g de polvo por cada cucharada,}$$



**Para saber más**

Si ponemos 5 g de sal de cocina en 95 g de agua, la masa total de la disolución son 100 g y la concentración será 5%. Si se quiere preparar 1 kg de disolución al 25% en masa de sosa, se requieren 250 g de sosa disueltos en 750 g de agua. Esto se aplica sólo en el caso del agua, pues su densidad es de 1 g/ml. Para otros líquidos será diferente, ya que tienen densidades diferentes a 1, y habrá que considerarlo para su cálculo.

Con base en esto, calculamos las siguientes cantidades.

	Vaso 1	Vaso 2	Vaso 3	Vaso 4	Vaso 5	Vaso 6
Masa de agua (g)	100	100	100	100	100	100
Cucharadas de café	1	2	3	4	5	6
Masa de café (g)	4	8	12	16	20	24

Si te fijas en cada vaso con agua y café soluble, verás que la cantidad de soluto es la masa del café soluble en cada vaso y que la cantidad de disolvente es la masa de agua añadida. La masa total de la disolución, en cada caso, será la masa de agua más la masa de café soluble.

Cuando la concentración se expresa como gramos de soluto en 100 g de disolución, estamos hablando de **porcentaje en masa (% m/m)**, y se calcula como el cociente de la masa de soluto dividido entre la masa de la disolución, multiplicado por 100:

$$\text{concentración (\% m/m)} = \frac{(\text{masa del soluto})}{(\text{masa de la disolución})} \times 100$$

¿Tendrán todos los vasos la misma intensidad de color? No. El color será cada vez más intenso, pues la cantidad de soluto aumenta mientras la cantidad de disolvente permanece constante; es decir, la concentración aumenta. Observa el siguiente ejemplo de cálculo de concentración:

$$\text{vaso 1} = \frac{(4 \text{ g de polvo})}{(100 \text{ g de agua} + 4 \text{ g de polvo})} \times 100 = 3.8 \text{ \% m/m}$$

Ahora, supongamos que en vez de café soluble utilizas jarabe para preparar agua de jamaica. Al primer vaso le añades una cucharadita, que equivale a 5 ml, dos al segundo, tres al tercero, y así sucesivamente. Luego, **añades el agua necesaria en cada vaso, hasta completar 100 ml de disolución en cada uno**, ¿qué concentración tendrás en cada vaso?

Calculemos. Cuando la concentración se expresa en mililitros de soluto por 100 ml de disolución se habla de una expresión de la concentración llamada **porcentaje en volumen (% v/v)**. Ésta resulta de calcular el cociente del volumen del soluto dividido entre el volumen de la disolución, multiplicado por cien:

$$\text{concentración (\% v/v)} = \frac{(\text{volumen de soluto})}{(\text{volumen de disolución})} \times 100$$

	Vaso 1	Vaso 2	Vaso 3	Vaso 4	Vaso 5	Vaso 6
Volumen de la disolución (ml)	100	100	100	100	100	100
Cucharadas de concentrado	1	2	3	4	5	6
Volumen de concentrado (ml)	5	10	15	20	25	30

En cada caso tendrás disoluciones de 5, 10, 15, 20, 25 y 30% en volumen, aproximadamente. Y como en el ejemplo del café, ¿habrá diferencias de color en las disoluciones?



Activa tus competencias **Cálculo de concentraciones**

En este taller identificarás la concentración de diferentes mezclas que usas de manera cotidiana.

1. Reúnete con un compañero y, con base en el ejemplo de la página anterior, calculen la concentración de jarabe para preparar agua de jamaica (en porcentaje en masa) que tendrán los vasos 2 a 6.
2. Lean las siguientes situaciones y resuélvanlas. Escriban en su cuaderno el planteamiento del problema y las operaciones.



a) Antiséptico



b) Alcohol al 96%



c) Vinagre



d) Agua oxigenada

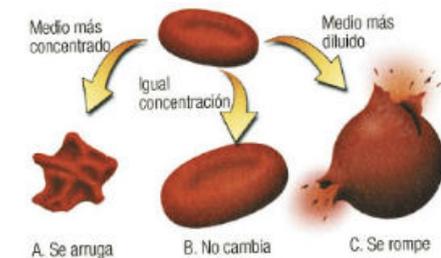
- Una disolución de antiséptico bucofaríngeo contiene 8 g de un compuesto de yodo en 100 g de disolución, ¿cuál es su concentración expresada en porcentaje en masa?
- ¿Qué cantidad de alcohol y de agua hay en cada litro de alcohol al 96% v/v?
- El vinagre contiene 5 mL de ácido acético, ¿qué cantidad de agua tiene si su concentración es 5% v/v?
- El agua oxigenada comercial se encuentra a 3% v/v, ¿qué cantidades hay de agua y peróxido de hidrógeno en medio litro?

1. Consigan la información nutricional de un alimento enriquecido con vitaminas y minerales. Elijan cinco de estos nutrientes y calculen su concentración en porcentaje en masa. Discute con tus compañeros las ventajas y desventajas de usar uno u otro tipo de expresión de la concentración.

En muchos medicamentos cuyos solutos son sólidos, las concentraciones se expresan en miligramos de principio activo en 100 g de disolución, tal como en los jarabes para la tos o en los antibióticos aplicados por vía oral o intramuscular.

La concentración expresada como porcentaje en volumen se utiliza con frecuencia cuando los solutos son líquidos, como en el caso de los vinos, licores y cervezas, en los que la concentración debe ser de 10-14% en los vinos, 5-7% en las cervezas y de hasta 40% en los licores, mientras que en el alcohol farmacéutico la concentración llega al 96%.

Los medicamentos inyectables se elaboran bajo un estricto control, pues es necesario que la concentración de la disolución sea isotónica, es decir, que sea la misma que la de los líquidos del interior de las células. Si es menos concentrada, las células se hinchan y rompen; si es más concentrada, las células pierden líquido y se deshidratan (figura 1.52).



**Figura 1.52** Representación de la apariencia de un glóbulo rojo de la sangre en medios con diferentes concentraciones de sal. (a) Más concentrado que el interior de la célula. (b) Igual concentración dentro y fuera de la célula. (c) Menor concentración en el exterior de la célula.



**Figura 1.53** Un iceberg es otro ejemplo de mezcla sólida constituida esencialmente por agua y dióxido de carbono. Las características de esta mezcla hacen que el iceberg flote en los mares polares.



**Figura 1.54** En esta imagen se ve cómo se dispersa el soluto (tinta) en el disolvente (agua) para formar una disolución acuosa.

Algunos ejemplos son las disoluciones de cloruro de sodio al 0.9% m/m, esto es, disoluciones que contienen 0.9 g de cloruro de sodio en 99.1 g de agua, y los sueros glucosados, cuya concentración es de 5% en masa.

### Dependencia de algunas propiedades con el cambio en la concentración

Las **mezclas homogéneas**, también llamadas **disoluciones**, se encuentran en alguno de los tres estados de agregación que ya conoces. El petróleo y el agua de mar son ejemplos de mezclas líquidas. Casos de mezclas sólidas son los icebergs y las aleaciones (figura 1.53). El acero es una aleación muy utilizada en la industria de la construcción y está constituido por hierro (Fe), al que se le agrega carbono (C) para mejorar la resistencia. Otro ejemplo de aleaciones son las amalgamas que usan los dentistas para tapar dientes y muelas. Y como ejemplo de mezcla homogénea gaseosa podemos mencionar al aire. De hecho, todas las mezclas de gases son homogéneas.

Las **disoluciones acuosas** son mezclas homogéneas en las que el disolvente o medio dispersante es el **agua**, que se encuentra en mayor proporción. El soluto o fase dispersa es algún sólido, líquido o gas soluble en agua, y está presente en menor proporción. Se dice que el soluto se disuelve o solubiliza en el disolvente (figura 1.54).

El **agua de mar** es una disolución acuosa en la que se encuentran diversas sustancias disueltas: 3.5% de sales en total, pero en mayor proporción, cloruro de sodio (3.075%). La salinidad de los mares es una medida de la concentración de todas las sales presentes en el agua de mar y una manera de estimarla es averiguando la concentración de cloruro de sodio.



**Figura 1.55** Mapa que muestra la salinidad de algunos océanos.

La **salinidad del agua de mar** es distinta en diferentes partes del mundo. En los lugares tropicales es más elevada, mientras que en las proximidades de la desembocadura de ríos caudalosos es menor (figura 1.55).

El mar Rojo, que está rodeado de regiones áridas, presenta la mayor salinidad (4%), y la menor (0.6%) se encuentra en el golfo de Botnia en el mar Báltico. En este último, la baja salinidad se debe a su poca profundidad, clima frío y topografía casi cerrada, lo que limita mucho los intercambios de agua con los océanos.

La **densidad** es una de las propiedades más importantes del agua de mar, ya que su variación provoca corrientes marinas. La densidad aumenta con la concentración y disminuye cuando la temperatura aumenta. Su valor típico es de 1.02819 kg/l a una temperatura de  $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ , de 1.02811 kg/l a  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ , y de 1.02778 kg/l a  $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Otra propiedad del agua de mar que depende de la concentración de sales es la **conductividad eléctrica**, es decir, la facilidad para conducir la electricidad. El agua de mar tiene más facilidad para conducir electricidad que el agua de un río, ya que contiene una concentración mayor de sales disueltas. Así, la conductividad eléctrica es una buena forma de determinar la salinidad del agua.

En el agua de mar se encuentran disueltos los mismos gases que componen el aire libre, pero en diferentes proporciones, de acuerdo con la concentración de sales y la temperatura. La **solubilidad de los gases** disminuye ante cualquier aumento de uno o ambos factores. En la superficie de las aguas oceánicas hay 64% de  $\text{N}_2$ , 34% de  $\text{O}_2$  y 1.8% de  $\text{CO}_2$ , este último muy por encima del 0.04% presente en el aire libre.

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

Ya en épocas muy remotas, el ser humano recurría a distintos **métodos de separación y purificación** de sustancias con el propósito de utilizarlas para su beneficio. La extracción de metales de las minas y la obtención de esencias de las plantas para uso medicinal son algunos ejemplos.

Durante la Edad Media y el Renacimiento, los alquimistas buscaron la piedra filosofal, que les permitiría transformar cualquier metal en oro y preparar el elixir de la vida, la sustancia de la eterna juventud. Esta búsqueda propició el desarrollo y la aplicación de procesos de separación.

En la Revolución Industrial (s. XVIII) y la Revolución Tecnológica (siglo XX), las separaciones adquirieron gran relevancia. En la Segunda Guerra Mundial (1939-1945), una de las mayores dificultades del proyecto de fabricación de la bomba atómica fue separar el uranio-235 del uranio-238.

Hoy, el funcionamiento de muchas industrias se basa en procesos de separación: la **industria petroquímica** extrae y separa los componentes del petróleo crudo en productos como combustibles, lubricantes y materias primas; la **industria farmacéutica** separa y purifica medicamentos naturales y sintéticos (figura 1.57); la **industria metalúrgica** se basa en la separación y la purificación de metales procedentes de la corteza terrestre, entre otras.



El primer paso para entender cómo se producen los cambios químicos en los seres vivos es saber cuáles son las sustancias presentes en las muestras biológicas como tejidos, sangre y orina. Estas muestras son muy complejas; cualquier identificación requiere primero un aislamiento por separación (figura 1.58). La medicina moderna se basa en procesos de **purificación**, como el que efectúan los riñones artificiales, y en separaciones, como las implicadas en los análisis clínicos de fluidos biológicos.

**Figura 1.58** En los análisis de sangre se separan el plasma del conjunto de células.

### Para saber más

En la Antigüedad, Cleopatra (figura 1.56), reina de Egipto, pidió al general romano Marco Antonio que conquistara la región donde se encuentra el Mar Muerto para disfrutar de los conocidos tratamientos de belleza practicados ahí. Hoy, los balnearios del Mar Muerto son reconocidos y visitados por personas de todo el mundo, ya que debido a la alta concentración de sales minerales disueltas se les atribuyen propiedades terapéuticas en el tratamiento de enfermedades cutáneas, artritis, reumas y problemas respiratorios.



**Figura 1.56** Cleopatra, última reina del antiguo Egipto.



**Figura 1.57** En la medicina homeopática se aíslan los componentes activos de las plantas con métodos sencillos de separación.



Figura 1.59 En la torre de destilación se separan por diferencia de temperaturas muchos de los componentes del petróleo.

Así, los **métodos de separación** son todos aquellos métodos físicos que se utilizan para separar los componentes de una mezcla y obtener **sustancias puras**, es decir, sustancias de composición definida y propiedades físicas que las hacen distinguibles de las demás. La separación de los componentes de una mezcla también tiene como finalidad analizarlos individualmente.

Se utilizan varios métodos para separar los componentes de las mezclas, entre otros, la decantación, la filtración, la cristalización, la evaporación, la cromatografía; todos ellos tienen como fundamento las propiedades físicas de las sustancias que forman la mezcla. Muchos de esos métodos se basan en fenómenos de cambio de estado: líquido-gas, como la destilación; sólido-gas, como la sublimación; líquido-sólido, como la precipitación y la cristalización.

Las separaciones de mezclas pueden ser útiles en operaciones a gran escala, como en la destilación del petróleo en torres de fraccionamiento, para obtener gasolina, diésel y queroseno, entre otros derivados (figura 1.59), o en operaciones a escalas menores, como las que se llevan a cabo en laboratorios clínicos (centrifugación de muestras de sangre y de orina) o en laboratorios de investigación y farmacéuticos (cromatografía y destilación).

Lee a continuación en qué consisten los principales métodos de separación de mezclas.

### Decantación

Se emplea para separar los sólidos de un líquido en una mezcla heterogénea; en este caso, el soluto es insoluble y sus partículas son de tamaño grande (figura 1.60). Un ejemplo de decantación se presenta cuando se separan los asientos del café de olla; asimismo se usa para separar dos líquidos **inmiscibles** entre sí (un líquido flota encima del otro). Este método se basa en la **diferencia de densidades** de los componentes.

Para llevar a cabo una decantación se deja **sedimentar** el sólido por acción de la gravedad y luego se vierte el líquido en otro recipiente. En el caso de líquidos inmiscibles, se utiliza un **embudo de separación** y se decanta el líquido más denso, utilizando para este efecto la válvula de paso.

### Filtración

Con este método se separan los sólidos insolubles de un líquido o un gas, en una mezcla heterogénea con base en la **diferencia de densidades**. Consiste en pasar la mezcla a través de un **medio poroso** (papel filtro, tela, cerámica) que pueda retener los sólidos (los poros deben tener menor diámetro que las partículas del sólido por separar) y un ejemplo cotidiano es cuando cueles la nata de la leche (figura 1.61).



Figura 1.61 Filtración de una mezcla de tierra con agua.

**Intérn@te**  
Aprende más sobre la separación de mezclas en la siguiente página:  
<http://www.redir.mx/SQCS-04B>.

### Destilación

Se utiliza para separar los componentes de mezclas homogéneas líquidas, en las que los líquidos son miscibles o solubles entre sí; por ejemplo, una mezcla de agua, alcohol y acetona. Se basa en la **diferencia en las temperaturas de ebullición** de cada líquido que compone la mezcla. Existen varios tipos de destilación, pero básicamente consisten en calentar la mezcla hasta que se alcanza la temperatura de ebullición del líquido más **volátil**; éste se evapora y luego se recupera el vapor por fuera de la mezcla. Entonces el vapor se enfría para condensarlo (figura 1.62).



Figura 1.62 Dispositivo para hacer una destilación



Figura 1.63 Evaporación de una mezcla cuyo disolvente es el agua.

### Evaporación

Método que se basa en el cambio de estado de líquido a gas de uno de los componentes. Para ello se calienta la mezcla hasta que la sustancia líquida pasa al **estado gaseoso** después de vencer la **presión de vapor** (figura 1.63).

La evaporación se emplea para obtener una disolución más concentrada que la original (como la leche evaporada) o para recuperar el sólido de una disolución, como ocurre, por ejemplo, en la formación de salinas en las orillas del mar.

### Cristalización

Con este método se separan, en una mezcla homogénea, los sólidos disueltos del líquido que los disuelve. Su fundamento es la **diferencia en la solubilidad** de los solutos a diferente temperatura.

La técnica consiste en enfriar una mezcla homogénea que tenga diferentes solutos disueltos. Uno de ellos se precipita en el momento en que se alcanza la temperatura en que se vuelve poco soluble; luego se procede a filtrar el sólido.

Muchas sales, como el sulfato de cobre II y el cloruro de sodio, se purifican por este método (figura 1.64). El fenómeno de cristalización es el responsable de que se formen las estalactitas en las cuevas y las geodas.



Figura 1.64 Cristalización de sal sobre un cordel

### Sublimación

Esta técnica se utiliza para separar los componentes de una mezcla en la que alguno de ellos se **sublima**, esto es, cambia de estado sólido a gas, sin pasar por el estado líquido. Consiste en calentar suavemente el recipiente que contiene la mezcla y recibir los vapores de la sustancia que sublima, de manera que vuelvan a cristalizarse al entrar en contacto con una superficie fría. Un ejemplo de su uso es la separación del yodo en una mezcla de yodo con azufre (figura 1.65).



Figura 1.65 Dispositivo para sublimar yodo



Figura 1.66 Separación magnética de limadura de hierro mezclada con azufre

### Magnetismo

Se usa para separar un **material metálico** que posee **propiedades magnéticas** de otro que no las tiene. También se puede imantar un material y entonces separarlo por magnetismo. Para llevarlo a cabo se pasa un imán sobre la superficie de la mezcla y luego se retira de éste la sustancia metálica que se separó (figura 1.66).

Este método se emplea, entre otros usos, para aislar la **ganga** o parte no útil del mineral de hierro, antes de continuar con otro proceso metalúrgico.

### Cromatografía

Las técnicas cromatográficas se basan en la interacción de cada uno de los componentes de una mezcla respecto a dos fases: una **estacionaria** y otra llamada **móvil** porque fluye sobre la estacionaria. La **cromatografía en papel** tiene la ventaja de que requiere cantidades muy pequeñas de muestra. Para llevarla a cabo se emplea papel de celulosa recubierto con una capa de agua; ésta es la fase estacionaria. En la fase móvil está disuelta la muestra, es líquida y está formada por un disolvente o una mezcla de varios de ellos, que se eligen en función de los componentes que se pretenden separar.

La técnica de la cromatografía en papel consiste en poner una pequeña cantidad de la muestra en un extremo del papel e introducirlo en un recipiente que contiene el disolvente, cuidando que éste no toque la muestra. El disolvente moja el papel por capilaridad arrastrando los componentes de la mezcla.

La separación de los componentes se dará en función de la **diferencia de afinidad** por cada una de las dos fases: los componentes más solubles en agua se quedarán cerca del punto donde se aplicó la muestra, mientras que los menos solubles en agua, pero más solubles en el disolvente llegarán más lejos.

Una aplicación de la cromatografía es la separación de los distintos tipos de pigmentos vegetales, como clorofilas y carotenos, y la separación de los colores que componen una tinta oscura (figura 1.67).



Figura 1.67 Observa cómo la cromatografía en papel revela que una gota de tinta china negra, en realidad no es negra, sino una mezcla de tintas azul, amarilla y roja.

### Centrifugación

Consiste en separar un sólido de un líquido inmiscible por aplicación de un **movimiento rotacional** sobre la mezcla. Así, las partículas más densas se sedimentan al aplicar una **fuerza centrífuga**.

En esta técnica se coloca la mezcla en un aparato llamado **centrífuga**, que al funcionar hace girar la mezcla con un movimiento rotacional de mayor fuerza que la atracción de la gravedad (figura 1.68). Un ejemplo de su uso es la separación de las células sanguíneas (glóbulos rojos, blancos y plaquetas) del plasma.



Figura 1.68 Centrífuga girando con muestras en viales o tubos



En esta actividad identificarás las propiedades de algunas sustancias antes y después de mezclarlas. Luego diseñarás un método de separación de mezclas para cada caso.

#### Habilidades y actitudes que aplicarás

Observar, predecir, deducir, diseñar, clasificar, comparar, argumentar, comunicar

#### Materiales y sustancias

- Sacarosa (azúcar de mesa), canela molida, cloruro de sodio (sal de mesa), limadura de hierro, azufre, naftalina, agua, cuatro cápsulas de porcelana o recipientes metálicos pequeños, cuatro agitadores, un imán, un termómetro, equipo de calentamiento, bolígrafo o plumón de tinta negra, vaso de vidrio, alcohol, dos tiras de papel filtro de 15 × 1.5 cm

#### Procedimiento

1. Reúnete con tu equipo y observen las propiedades de estas sustancias: sacarosa, cloruro de sodio, canela molida, azufre, limadura de hierro, naftalina y tinta.
2. Formen las siguientes mezclas y determinen si las propiedades de cada sustancia se conservan aun después de haber sido mezcladas.
  - Sacarosa y canela
  - Sacarosa y cloruro de sodio
  - Naftalina y cloruro de sodio
  - Hierro, azufre y cloruro de sodio
  - Raya de tinta trazada a 2 cm de uno de los extremos de las tiras de papel filtro
3. Planteen sus predicciones respecto a las propiedades que aprovecharán para efectuar la separación de cada mezcla, como solubilidad en agua, sublimación, temperatura de fusión, magnetismo (figura 1.69), etcétera.
4. De acuerdo con lo que estudiaron en las páginas anteriores, diseñen un procedimiento para separar los componentes de cada mezcla. Muestren los procedimientos que proponen a su profesor y ajústelos, si fuera necesario.
5. Con base en su diseño, separen los componentes de cada mezcla y vuelvan a determinar las propiedades de los componentes ya separados.

#### Análisis de resultados

1. Una vez que hayan procedido con la separación contesten el cuestionario en su cuaderno.
  - ¿Cuáles de las mezclas eran homogéneas y cuáles heterogéneas? ¿Con base en qué criterio hicieron esta clasificación?
  - ¿Qué propiedades físicas posee cada una de las sustancias que permitieron separarla de las otras? (figura 1.70)



La naftalina es tóxica, por lo que debe utilizarse en cantidades pequeñas y en lugares bien ventilados. Nunca aspiren los vapores.



Figura 1.69 Cuando uno de los componentes de la mezcla tiene propiedades magnéticas, se emplea un imán para separarlo.



Figura 1.70 Para separar algunas mezclas, en ocasiones hay que calentarlas. Todo depende del componente que se desee recuperar.

- ¿Qué obtuvieron de la separación de cada mezcla? ¿Qué características físicas tiene cada componente?
  - ¿Conservaron las sustancias sus propiedades individuales al formar con ellas una mezcla? ¿Conservaron también su apariencia física? ¿Por qué?
  - ¿Qué método utilizaron para separar cada una de las mezclas?
  - ¿Sus observaciones concuerdan con las hipótesis que plantearon? ¿Por qué?
2. Diseñen un cuadro en el que detallen los componentes de cada mezcla, los métodos de separación utilizados y las propiedades de los componentes que permitieron hacer la separación. Búsquense en preguntas como ésta: ¿qué hizo posible que la tinta de la raya que trazaste en el papel filtro se separara? (figura 1.71).
  3. Escriban su propuesta para estudiar experimentalmente cómo es que las sustancias conservan sus propiedades cuando forman una mezcla.

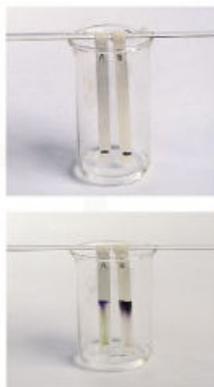


Figura 1.71 En la cromatografía en papel, el disolvente "arrastra" los componentes de la mezcla, que en este caso es la tinta.



RECONOCE LO QUE AHORA SABES

En esta lección aprendiste que muchas veces es importante separar los componentes de las mezclas, ya sea en el ámbito industrial, el de la salud o en tus actividades cotidianas. Te diste cuenta también de que en todos los métodos de separación se aprovechan las propiedades intensivas de las sustancias que constituyen las mezclas.

1. Lee otra vez tus respuestas de la sección "Reconoce lo que sabes" de la página 39 y compáralas con las que darías ahora.
2. Clasifica las siguientes mezclas en homogéneas (anota un 1) o heterogéneas (anota un 2). Escribe cuáles son sus componentes (investiga si es necesario) y cómo las separarías.
  - ( ) Agua con azúcar. Sus componentes son: \_\_\_\_\_ y los separaría \_\_\_\_\_
  - ( ) Leche con nata. Sus componentes son: \_\_\_\_\_ y los separaría \_\_\_\_\_
  - ( ) Sangre humana. Sus componentes son: \_\_\_\_\_ y los separaría \_\_\_\_\_
  - ( ) Aire. Sus componentes son: \_\_\_\_\_ y los separaría \_\_\_\_\_
  - ( ) Agua de mar. Sus componentes son: \_\_\_\_\_ y los separaría: \_\_\_\_\_
  - ( ) Petróleo. Sus componentes son: \_\_\_\_\_ y los separaría \_\_\_\_\_
  - ( ) Agua con alcohol y acetona. Sus componentes son: \_\_\_\_\_ y los separaría \_\_\_\_\_
  - ( ) Arena con limadura de hierro. Sus componentes son: \_\_\_\_\_ y los separaría \_\_\_\_\_
3. Representa con el modelo cinético de partículas una disolución de agua con azúcar y sal.
4. Resuelve esta situación.
  - Si tienes 1.5 ml de ácido fosfórico y lo disuelves en 150 ml de agua, ¿cuál es la concentración en % v/v? Si la densidad del ácido fosfórico es 1.83 g/ml, ¿cuál será su concentración en % m/m? En este caso la densidad es la masa en gramos que pesa 1 ml de disolución.

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

### Toma de decisiones relacionadas con: contaminación de una mezcla. Concentración y efectos

Lección

5

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.



RECONOCE LO QUE SABES

Como ya hemos dicho, muchos materiales son de suma importancia para los seres humanos, como el suelo, el aire, el agua que bebes o con la que te bañas, y el petróleo. Muchos de éstos son mezclas (figura 1.72).

Identifica si los siguientes materiales son sustancias puras o mezclas.

- Si consideras que son sustancias puras, menciona qué elementos o compuestos son. Si crees que son mezclas, menciona cuáles piensas que son sus componentes.
  - » El aire de alguna de las grandes metrópolis, por ejemplo, la Ciudad de México
  - » El agua potable que se consume en las casas, la de los ríos y la del mar
  - » El petróleo
  - » Los suelos agrícolas, los arcillosos y los calcáreos
  - » La sal de mesa y el azúcar que se consumen en tu casa
  - » El consomé de pollo en polvo que se utiliza en tu casa para cocinar
  - » Las disoluciones de yodo que utiliza tu mamá para desinfectar la piel, cuando alguien sufre una herida leve o un raspón
  - » La leche que se consume en tu casa durante el desayuno o la merienda
- ¿Supones que alguno de estos materiales podría estar contaminado? ¿Cuál podría ser ese contaminante?



Figura 1.72 El suelo es una mezcla imprescindible para la supervivencia de la vida en nuestro planeta.



NUEVOS ELEMENTOS

Se considera **contaminante** a una sustancia presente en un material o en el medio ambiente en **concentración mayor que la natural**, lo que puede ser resultado de las actividades humanas. El contaminante tiene un efecto perjudicial neto en el medio ambiente. Cada contaminante se origina en una fuente, la cual es particularmente importante, pues es ahí en donde podrá eliminarse la contaminación.

Una vez liberado, el contaminante puede actuar sobre un receptor, que es aquello afectado por el contaminante. Por ejemplo, las personas a quienes les arden los ojos al estar expuestos a las sustancias liberadas por los automóviles hacia la atmósfera, o las truchas que mueren debido a la exposición a la lluvia ácida.



Para saber más

Dos áreas muy importantes de la química son la **química ambiental**, que busca solucionar los problemas de contaminación generados por el mal uso que los seres humanos han hecho de los productos de la industria, y la **química verde**, que propone nuevos procesos para evitar o al menos minimizar la contaminación. Ambas disciplinas buscan, desde diferentes puntos de vista, conservar y mejorar la calidad del ambiente.



Activa tus competencias Mezclas contaminadas

Con esta actividad aprenderás que las mezclas pueden estar contaminadas por sus componentes sin que nosotros lo percibamos a simple vista.

- Contesta las siguientes preguntas.
  - ¿Consideras que los contaminantes siempre están a la vista? ¿Por qué?
  - ¿En qué condiciones alguno de los contaminantes de una mezcla se observa a simple vista?
- Menciona tres ejemplos de contaminación de mezclas en los que no sea visible el contaminante, pero sí sus efectos.
- Compara tus respuestas con las de tus compañeros de grupo. De ser necesario busquen información al respecto para que entre todos obtengan respuestas consensuadas.



Figura 1.73 Las aguas negras, generadas por las actividades humanas son una de las fuentes de contaminación de lagos, ríos y mares.

No hace falta ser un científico especialista en química ambiental para saber que el mayor desafío que enfrenta la humanidad en nuestros días es preservar la Tierra y a todas las formas de vida. En la primera lección ya mencionamos que la química ha generado muchos satisfactores que proporcionan la calidad de vida que la humanidad ha alcanzado, pero también que la química está relacionada, directa o indirectamente, con muchos de los daños causados al medio ambiente.

Durante siglos, con las herramientas que ha construido con su ingenio la humanidad ha podido explotar los recursos de la Tierra. Sin embargo, hoy nos encontramos con que el agua se ha contaminado (figura 1.73), la calidad del aire en muchas zonas urbanas ha llegado a ser peligrosa para la salud, los residuos producto de la actividad humana se han dispersado en el suelo o han sido enterrados en él, con lo que se deja un legado de veneno para futuras generaciones. Otros recursos naturales, como los minerales, el agua dulce, las tierras para cultivo, los bosques y los combustibles fósiles, han disminuido o han sido seriamente dañados.



Activa tus competencias Medio ambiente

Esta actividad te dará un panorama de los factores que constituyen el medio ambiente.

- Junto con un compañero lee el siguiente texto.

Lo que conocemos como **medio ambiente físico** está conformado por la hidrosfera, la atmósfera, la biosfera, la litosfera y las interacciones que existen entre ellas. Los especialistas en química ambiental mencionan que para estar en posibilidades de resolver los problemas actuales de contaminación, se deben estudiar las causas, su origen, las reacciones entre sustancias y el transporte, y difusión de éstas, así como su impacto en el agua, el suelo, el aire y los seres vivos.

- Elaboren un dibujo, esquema, mapa conceptual u otro organizador gráfico en el que representen los componentes del medio ambiente físico y muestren, de la manera que consideren adecuada, la interacción entre esos componentes.



- Indiquen en su representación gráfica los contaminantes que alteran el medio ambiente.

- Cada pareja presente al resto del grupo el material que elaboró. Elijan el que englobe mejor las ideas de todos y muéstrenlo a su profesor.

Concentración en partes por millón (ppm)

Como sabes, la concentración es la proporción de una sustancia en otra. Por ejemplo, si a un litro de leche le agregas 10 cucharadas de chocolate en polvo, que equivalen a unos 80 g, ¿cuál es la proporción del chocolate en la leche? ¿Y si tuvieras que preparar tres litros y sólo tuvieras 15 cucharadas? Estas proporciones se muestran en la figura 1.75:

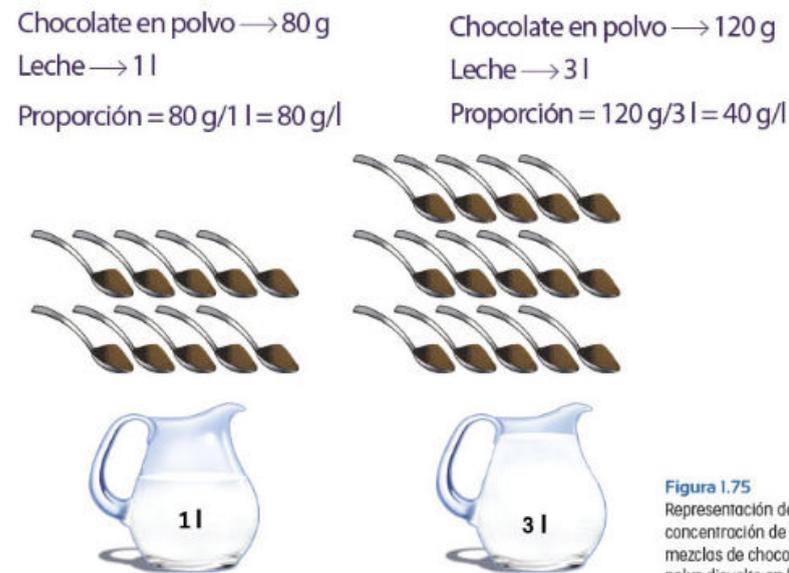


Figura 1.75 Representación de la concentración de las mezclas de chocolate en polvo disueltas en leche.

Algunos contaminantes se encuentran en los alimentos o en el ambiente en cantidades muy pequeñas, por lo que las unidades de concentración en g/ml, mg/ml, g/kg o mg/kg pudieran no ser las más convenientes para medirlos. Veamos un ejemplo.

El plomo es un metal tóxico que provoca daños severos en el sistema nervioso central si se acumula en el cuerpo humano. Por eso se considera uno de los principales contaminantes del agua potable. En México, la concentración máxima de este metal permitida en el agua potable es de 0.025 mg/l. Considerando que 1 g es igual a 1 000 mg, entonces, al hacer la conversión, el equivalente es 0.000025 g/l. Además, si consideras que 1 g es igual a 1 000 000 **microgramos** (µg), la correspondencia es de 25 µg/l. Esta relación equivale a tener 25 partes de plomo disueltas en 1 000 000 000 de partes de agua, es decir, 0.025 partes por millón.



Para saber más

A veces se confunde la palabra **contaminante** con **impureza**. Una impureza se define como un material extraño que difiere de la composición química del material base y que altera las propiedades de éste. Puede ser natural o añadido. El **rubí** y el **zafiro** son piedras preciosas de alto valor monetario, cuyo uso principal está en la fabricación de joyas (figura 1.74). Debido a su **dureza** se han utilizado también en la fabricación de relojes y láseres. Desde el punto de vista químico, son mezclas del mineral **corindón** (óxido de aluminio) con impurezas: en el caso de los rubíes, cromo, y en el de los zafiros, hierro y titanio. Estas mezclas se encuentran en su forma natural en los yacimientos de corindón y también son producidos artificialmente.



Figura 1.74 Siendo tan hermosas estas gemas, ¿creerías que están contaminadas?

**Glosario**

**Hidrocarburos aromáticos policíclicos:** son compuestos formados por carbono e hidrógeno, que se encuentran en el petróleo, el carbón y en depósitos de alquitrán. Como contaminantes causan cáncer, malformaciones congénitas y mutaciones.

Además del microgramo por litro, hay concentraciones aún menores, así como unidades para expresarlas, tal es el caso del **nanogramo (ng)**, que equivale a 0.001 µg. Un ejemplo en el que se emplea esta unidad es en la medición de la concentración de **hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAH)**, compuestos nocivos para la salud humana y la vida marina. Se han encontrado concentraciones de estas sustancias en mares europeos desde 0.4 ng/l hasta 40 000 ng/l, debidas principalmente a descargas ilegales desde embarcaciones.

Una manera de expresar la concentración de una sustancia en cantidades muy pequeñas es en **partes por millón (ppm)**; esto significa que hay una parte de sustancia en un millón de partes de disolución. Por ejemplo, la verificación vehicular mide la concentración de ciertos contaminantes que emite un automóvil al ambiente. En la norma vigente en 2013 se establece que en el Distrito Federal los autos que funcionan con gasolina serán "aprobados" (podrán circular) si sus niveles de emisión no sobrepasan 100 ppm de hidrocarburos, 0.6% en volumen de monóxido de carbono, 1 000 ppm de óxidos de nitrógeno y 0.6% en volumen de oxígeno.

Para calcular las partes por millón se emplea la siguiente fórmula:

$$\text{ppm} = \frac{\text{g de soluto}}{\text{g de soluto} + \text{g de disolvente}} \times 1\,000\,000$$

Ahora bien, si te dijeran que tu auto emite 0.000098 kg de hidrocarburos y 0.00098 kg de óxidos de nitrógeno por kg de emisiones, probablemente no sería tan claro que si te dijeran que emite 98 ppm del primero y 980 ppm de los segundos.

**Contaminantes del agua**

Gracias a su capacidad para disolver muchas sustancias, el **agua** puede contener muchas que pueden ser **tóxicas**. En el ambiente, la contaminación severa de los cuerpos de agua ocasiona la muerte de los seres acuáticos que viven en ellos.

Muchas son las sustancias que contaminan el agua. Éstas pueden estar suspendidas o disueltas, y en estado líquido, sólido o gaseoso. Entre los contaminantes más comunes están hidrocarburos, detergentes, insecticidas, fertilizantes que contienen nitratos y fosfatos, metales, materia orgánica en descomposición, partículas sólidas provenientes de plásticos, etcétera (figura 1.76).

Los daños que los contaminantes presentes en el agua causan a los seres vivos dependen, además de la **naturaleza del contaminante**, de la **concentración en la que se encuentren**. En el cuadro 1.8 de la página siguiente se muestran ejemplos al respecto.

Figura 1.76 Las botellas y bolsas de plástico arrojadas al suelo y al agua se han convertido en un serio problema de contaminación, pues tardan más de 100 años en biodegradarse.



Contaminante	Concentración (mg/l)	Efecto
mercurio	0.005	Tóxico para el humano
	0.005	Tóxico para la vida acuática
fosfatos	0.015	Estimula el crecimiento de las algas.
	0.2-0.4	Interfiere en la coagulación.
nitratos	0.3	Estimula el crecimiento de las plantas acuáticas.
	10	Causa metahemoglobina en el humano.

**Contaminación de una mezcla gaseosa: el aire**

La **atmósfera** está formada principalmente por **aire**, una mezcla homogénea gaseosa que se encuentra sobre la superficie de la Tierra. Los especialistas han dividido a la atmósfera en cuatro capas (troposfera, estratosfera, mesosfera y termosfera), cada una con una composición característica en función de su altitud y temperatura (figura 1.77).

El aire de la **troposfera**, la capa más cercana a la corteza terrestre, es el que interviene en la respiración de los seres vivos. De todos sus componentes, los que están presentes en mayor proporción (**macrocomponentes**) son nitrógeno, oxígeno y argón, mientras que los componentes en menor proporción (**microcomponentes**) son dióxido de carbono y neón. Otros componentes son los gases **traza**; entre muchos otros, se encuentran: H<sub>2</sub>, CO, NH<sub>3</sub>, SO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub> y NO<sub>x</sub> (forma genérica para referirse a dos de los óxidos de nitrógeno: NO y NO<sub>2</sub>). Cuando no está seco, el aire atmosférico contiene hasta un 5% de agua.

En el cuadro 1.9 se presentan algunos de los valores promedio informados para algunos de los componentes mencionados.

Macrocomponentes (%v/v)*			Microcomponentes (ppm)		Gases traza (ppm)		
N <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	Ar	CO <sub>2</sub>	Ne	CH <sub>4</sub>	H <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> O
78.084	20.946	0.934	360	18.18	1.6	0.5	0.3

\*Los macrocomponentes del aire se reportan en porcentajes porque así son más significativos los valores informados.

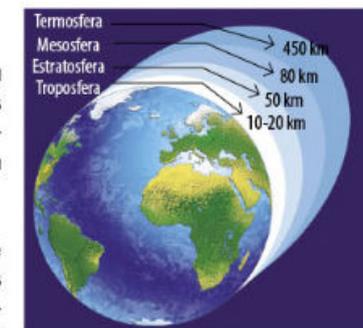


Figura 1.77 Capas de la atmósfera

**Para saber más**

En nuestro país, la **Dirección General de Normalización** establece las normas que deben cumplir los fabricantes y prestadores de servicios con relación a las características de sus productos. Los contenidos de estas normas establecen, entre muchas cosas más, los materiales considerados contaminantes y los límites de concentración aceptables.



**Activa tus competencias Composición del aire**

Con esta actividad identificarás por qué en algunos casos se expresa la concentración en porcentajes y por qué en otros en partes por millón.

- Analiza los datos del cuadro 1.9 y contesta las siguientes preguntas.
  - ¿Qué significa el término **composición del aire (relación volumen/volumen)** en el título del cuadro?
  - ¿Con qué unidades se reportan los macrocomponentes del aire? ¿Qué significado cuantitativo tienen estos valores?



- ¿Cómo se reportan los microcomponentes y los gases traza? ¿Qué significa el término **traza** en este contexto? ¿Qué significado cuantitativo tiene este valor?

2. Haz los cálculos necesarios para completar la siguiente tabla.

Componente	% (v/v)	ppm (v/v)
Nitrógeno	78.084	
Oxígeno	20.946	
Dióxido de carbono		360
Metano		1.6

### Los gases de efecto invernadero y el calentamiento global

¿Por qué el dióxido de carbono y el metano, que forman parte de la composición natural de la atmósfera, son también contaminantes y causantes del calentamiento global? Estos gases y otros presentes en la atmósfera en condiciones normales, se relacionan con un fenómeno conocido como **efecto invernadero**. Absorben energía y por ello afectan el equilibrio entre la **radiación** proveniente del Sol que llega a la superficie de la Tierra, la que se queda en la Tierra y la que se refleja al espacio exterior; gracias a este equilibrio el planeta conserva una temperatura favorable para la vida de los seres vivos.

Si la misma cantidad de radiación que llega a la Tierra se reflejara nuevamente hacia el espacio exterior, la temperatura sería mucho más baja (figura 1.78). Ahora bien, si se rompe el equilibrio energético y se refleja menos cantidad de energía hacia el espacio exterior, la energía en exceso sobre la superficie de la Tierra ocasiona el **calentamiento global**.

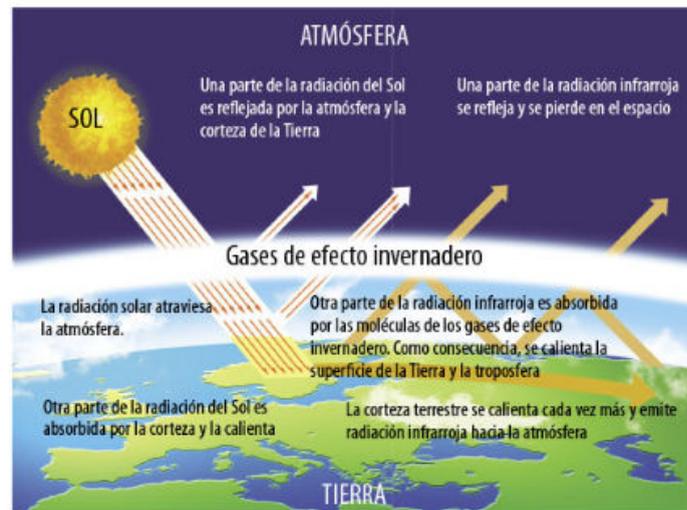


Figura 1.78 Esquema que muestra el efecto invernadero.

**Intém@te**  
En este sitio encontrarás información acerca de los gases de efecto invernadero:  
<http://www.redir.mx/SQCS-058>.

Gases como el vapor de agua, dióxido de carbono, metano, óxidos de nitrógeno, ozono, hidrocarburos y perfluorocarburos, conocidos como **gases de efecto invernadero** por el fenómeno que ocasionan, provocan alteraciones en el proceso de recepción y emisión de energía sobre la superficie terrestre. Esos gases, en concentraciones mayores, son contaminantes de la atmósfera terrestre y, aunque imperceptibles por el ojo humano, sus efectos se notan en el ambiente físico de la Tierra.

En los últimos años, la concentración de gases de efecto invernadero ha aumentado por actividades humanas como quema de combustibles fósiles, deforestación y expansión de las áreas cultivadas (figura 1.79); por lo tanto el efecto invernadero es cada vez mayor (cuadro 1.10). De continuar la emisión de estos gases, el calentamiento global y el cambio climático ocasionarán serios daños en los ecosistemas y en los seres vivos.

Época	Concentración de CO <sub>2</sub>	Incremento en la temperatura
1000-1750	288 ppm	-
2006	381 ppm	0.6 °C (mediciones)
2050	445 ppm *	2 °C *
2100	970 ppm *	5.8 °C *

\* Estos valores son un pronóstico.

Tomado de <http://www.circuloastronomico.cl/eco/gases.html> (Consultado 3 de julio de 2013)



Figura 1.79 Los incendios forestales contribuyen en gran medida al aumento de la concentración de CO<sub>2</sub>.

### Contaminantes del suelo

El **suelo** es la capa superficial que cubre a la Tierra. Es el sustrato sobre el que se desarrolla la vida vegetal y animal. Está constituido por partículas de diversos tamaños, como grava, arcilla, limo y arena; también contiene **nutrientes** solubles en agua, que son aprovechados por las plantas (nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio), **agua**, **gases** (hidrógeno y oxígeno) y **materia orgánica** proveniente de organismos muertos.

El suelo, al igual que el aire y el agua, también se contamina como consecuencia de las actividades humanas; por ejemplo, cuando se arrojan en él materiales como plástico, papel, vidrio, materia orgánica, heces fecales, disolventes, residuos peligrosos o sustancias radiactivas. Todo esto provoca serios daños en las plantas y animales, incluyendo a los seres humanos. Además, los **ciclos biogeoquímicos** sufren alteraciones y se contamina el agua de los **mantos freáticos**.

Otras sustancias que resultan dañinas si se usan en exceso son los **plaguicidas** y **fertilizantes** (figura 1.80). Por otra parte, la basura orgánica se **fermenta** y ocasiona mal olor y **lixiviados** que contienen sustancias tóxicas con microorganismos patógenos que se filtran a las capas profundas del suelo por medio del agua de lluvia.



Figura 1.80 Con el uso intensivo de plaguicidas se contaminan grandes áreas de suelo y grandes volúmenes de aguas subterráneas.



En esta actividad te darás cuenta de que diferentes concentraciones de contaminantes en una muestra tienen distintos efectos en la salud y en el ambiente.

1. Lee con atención el siguiente texto y haz lo que se te solicita.

La NOM-138-SEMARNAT/SS-2003 establece los límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos, y las especificaciones para su caracterización y remediación. Entre otras cosas se menciona:



Figura 1.81 Los derrames de petróleo en el mar muchas veces llegan a alcanzar los suelos, por lo que el problema de contaminación se torna más grave.

Debido a los compuestos que los constituyen, los derrames de hidrocarburos ponen en peligro los lugares en donde se producen, la integridad de los ecosistemas y la preservación de los recursos naturales. Un suelo contaminado con hidrocarburos es aquel en el que se encuentran presentes hidrocarburos que por sus cantidades y características afectan la naturaleza del suelo. Cuando un derrame de hidrocarburos permanece sin ser atendido causa daños constantes y crecientes al suelo y a otros recursos naturales. (figura 1.81)

- En el cuadro 1.11 se presentan los límites máximos permisibles de algunos hidrocarburos en suelos agrícolas, expresados en mg/kg de base seca. Analiza los datos y responde las preguntas.

Cuadro 1.11 Límites máximos permisibles de algunos hidrocarburos en suelos agrícolas	
Fracción de hidrocarburos	(mg/kg base seca)
gasolina y gas nafta	200
gasóleo, diésel, turbosina, keroseno	1 200
cruda, combustóleo, parafinas y aceites	3 000

- ¿Consideras que se puede ver a simple vista la contaminación causada por el petróleo? ¿A qué supones que se deba esto?
- ¿Qué crees que se hace para determinar la presencia y la concentración de estos contaminantes?
- Observa el cuadro 1.12 y encuentra la relación entre los límites máximos permisibles (cuadro 1.11) y los riesgos que conlleva el uso de los materiales que se consideran en estos cuadros.

Cuadro 1.12 Tipo de riesgo NFPA			
	Gasolina	Diésel	Combustóleo
Salud	ligero	mínimo	mínimo
Inflamabilidad	serio	moderado	moderado
Reactividad	mínimo	mínimo	mínimo

- Compara los datos de la tabla que acabas de elaborar con los valores de los límites máximos permisibles de estos materiales en los suelos agrícolas. ¿Qué relación encuentras entre ellos?

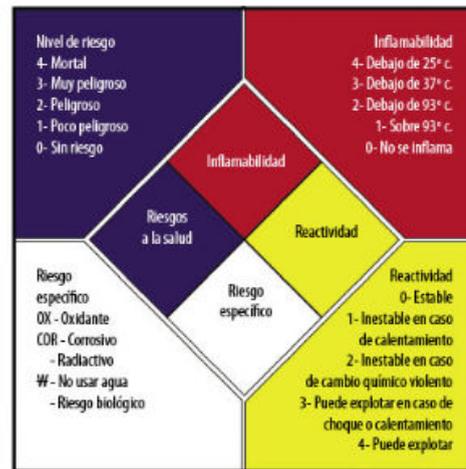
2. Investiga algunos informes sobre derrames de petróleo y menciona qué daños causan a los ecosistemas y a los seres vivos.

Para Saber Más

La norma NFPA 704 (National Fire Protection Association, una entidad internacional creada para promover la protección y la prevención contra el fuego) es el código que explica el número de 0 (sin peligro) a 4 (peligro máximo). En la sección blanca hay indicaciones especiales para algunos materiales: oxidantes, corrosivos, radiactivos, etcétera.

un significado: el azul se refiere a los peligros para la salud, el rojo a la amenaza de inflamabilidad y el amarillo al peligro por reactividad. A estos tres divisiones se les asigna un número de 0 (sin peligro) a 4 (peligro máximo). En la sección blanca hay indicaciones especiales para algunos materiales: oxidantes, corrosivos, radiactivos, etcétera.

Figura 1.82 Diamante del fuego. Cada sustancia que conlleve riesgos debe tenerlos indicados en imágenes como ésta.



RECONOCE LO QUE AHORA SABES

Con las actividades propuestas anteriormente aprendiste a identificar contaminantes en una mezcla, la funcionalidad de expresar la concentración de una mezcla en unidades de porcentaje (%) o en partes por millón (ppm) y los efectos en la salud y en el ambiente de las diferentes concentraciones de un contaminante en una mezcla.

1. Los especialistas afirman que el aire tiene una composición en volumen de 78% de nitrógeno, 21% de oxígeno, 360 ppm de dióxido de carbono, 1.6 ppm de metano, entre otros. Con estos datos completa las siguientes equivalencias.

Una composición "en volumen" significa que:

1 ml en 1000 000 ml es \_\_\_\_\_ ppm, es decir,  
1 ml en \_\_\_\_\_ l es 1 ppm.

Por cada 100 ml de aire hay:

Nitrógeno	Oxígeno	Dióxido de carbono	Metano
78%	21 %	360 ppm	1.6 ppm
ppm	ppm	%	%
ml	ml	ml	ml
l	l	l	l

2. Analiza la información del cuadro 1.10 de la página 59 y responde. Investiga si es necesario.

- ¿Cómo supones que los especialistas calcularon la concentración de CO<sub>2</sub> entre los años 1000 a 1750?
- ¿Cómo supones que pronosticaron la cantidad de CO<sub>2</sub> para los años 2050 y 2100?
- ¿Qué relación hay entre la concentración de CO<sub>2</sub> en la atmósfera y el calentamiento global?
- ¿Con cuáles actividades de las que se llevan a cabo en tu localidad se generan gases de efecto invernadero?
- ¿Qué acciones recomendarías para aminorar este problema?

Intém@te

Consulta más información sobre los contaminantes del aire y sus efectos en la salud en las siguientes páginas electrónicas:

- <http://www.redir.mx/SQCS-061a>
- <http://www.redir.mx/SQCS-061b>
- <http://www.redir.mx/SQCS-061c>
- <http://www.redir.mx/SQCS-061d>

## Primera revolución de la química

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.



#### RECONOCE LO QUE SABES

Alejandra reúne todos los ingredientes para hacer un pastel; le pide ayuda a Manuel para llevarlos a la mesa. “Esto pesa mucho, vas a hacer un pastelote”, dice Manuel. Alejandra responde: “Ni tanto, ya horneado el pastel pesa menos”. ¿Estás de acuerdo con Alejandra? ¿Por qué? (figura 1.83)

1. Lee la situación y contesta.

Un grupo de alumnos de química efectuó el siguiente experimento: colocaron un poco de fibra metálica para lavar trastos dentro de un frasco y pesaron el frasco con la fibra. Luego calentaron la fibra con el frasco abierto; esperaron a que se enfriara el frasco y pesaron todo nuevamente. Después repitieron el procedimiento, pero esta vez cerraron el frasco al calentar la fibra. Esperaron a que se enfriara el frasco y pesaron de nuevo.

- ¿Cuáles piensas que fueron los resultados de los pesos de las masas en los dos casos? Justifica tu respuesta.
- ¿Cuál crees que es la importancia de pesar varias veces el frasco con la fibra?



#### NUEVOS ELEMENTOS

Hemos estudiado propiedades como masa, volumen, densidad, concentración, solubilidad y temperaturas de fusión y ebullición; éstas son **propiedades físicas**, pues **las sustancias no se transforman en otras**. Por ejemplo, la temperatura de fusión del agua será siempre la misma, sin importar cuántas veces se repita el experimento en que se derrite un trozo de hielo, pues éste es agua en estado sólido. Estas propiedades se analizan mediante los sentidos o por medio de algún instrumento específico de medición.

Además, la materia tiene **propiedades químicas**. Por estas propiedades **las sustancias se combinan entre sí y pierden sus propiedades originales para transformarse en otros materiales con características diferentes**. Por ejemplo, si se deja un objeto de hierro durante mucho tiempo a la intemperie se forma en él una capa de color rojizo o café, y el metal pierde su brillo característico. En este caso, el hierro se combina con el oxígeno del aire y se forma un óxido con propiedades diferentes de las que presentaba el hierro antes de oxidarse (figura 1.84).

Aunque en la actualidad los especialistas han explicado lo que ocurre en los cambios químicos, como en el caso de la oxidación de un metal, no siempre fueron investigadas estas transformaciones con rigurosidad.



Figura 1.83 Por sentido común suponemos que la suma de las masas de todos los ingredientes para elaborar un pastel es igual a la masa del pastel.



Figura 1.84 La oxidación de los metales es un fenómeno químico que tardó muchos años en comprenderse.



Figura 1.85

El microecosistema acuático que se ve en la imagen es un ejemplo de sistema abierto, en el que ocurre un intercambio de materia (agua, aire, alimento, desechos) y energía (luz, calor) con el medio externo.

En el siglo XVIII, **Antoine Laurent Lavoisier** (1743–1794), un brillante químico francés, considerado hoy el fundador de la **química moderna**, midió con cuidado la masa de las sustancias antes y después de someterlas a un cambio químico. Gracias a estas mediciones estableció un principio muy importante que estudiaremos en esta lección.

### La primera revolución química: el principio de conservación de la masa

Una de las principales características del trabajo de Lavoisier fue el cuidado con que hizo sus mediciones mediante un **sistema cerrado**. ¿Qué significa esto? En Ciencias II ya lo estudiaste en el tema del calor. Para que recuerdes, un **sistema** es una parte del universo físico que aislamos del resto para estudiarlo; hay tres tipos de sistemas.

En un **sistema abierto** se intercambia materia y energía con el entorno, es decir, con los alrededores (figura 1.85); en contraste, en un **sistema cerrado** ocurre un intercambio de energía con el entorno, pero no de materia. Por último, en un **sistema aislado** no se intercambia materia ni energía con el entorno; este sistema es ideal y no existe en la realidad, aunque es útil estudiarlo como un modelo. ¿Piensas que en los cambios químicos es necesario considerar el sistema con el que se trabaja?



Taller de habilidades científicas

### ¿Sistema abierto o cerrado?

Con esta actividad reconocerás la importancia de trabajar con un sistema abierto y con uno cerrado.

#### Habilidades y actitudes que aplicarás

Predecir, observar, medir, comparar, argumentar, comunicar.

#### Materiales y sustancias

- Balanza, dos botellas de 250 ml o dos matraces Erlenmeyer, un vidrio de reloj, una cuchara cafetera, un agitador de vidrio, un globo, 100 ml de vinagre, una probeta, 50 g de bicarbonato de sodio

#### Procedimiento

##### Experimento 1

1. Determinen la masa de un sistema abierto constituido por una botella o matraz Erlenmeyer con 50 ml de vinagre y un vidrio de reloj que contenga una cucharada de bicarbonato de sodio (figura 1.86). Registren la masa del sistema.
2. Añadan el bicarbonato de sodio al vinagre y agiten. Observen qué ocurre y anótenlo.
3. Vuelvan a determinar la masa del sistema cuando ya no perciban ningún cambio. Registren sus resultados.



Figura 1.86 Para comprobar que no ha habido pérdida de masa, es necesario que peses con cuidado todo lo que constituye tu sistema.



Figura 1.87 Procura que el globo que contiene el bicarbonato de sodio se ajuste bien a la boca del matraz, para evitar la pérdida de materia durante la reacción.

**Experimento 2**

1. Viertan 50 ml de vinagre en una botella o matraz, y una cucharadita de bicarbonato de sodio dentro de un globo. Con cuidado, para que el bicarbonato no caiga dentro de la botella, coloquen la abertura del globo en la boca de ésta (figura 1.87) y dejen que el globo cuelgue a un lado.
2. Pongan el sistema en la balanza y determinen la masa.
3. Levanten el globo para que el bicarbonato caiga dentro de la botella. Vigilen que el globo no se despegue de la boca de la botella por ningún motivo. Observen qué ocurre y determinen una vez más la masa del sistema cuando ya no perciban ningún cambio.

**Análisis de resultados y conclusiones**

1. Hagan una tabla como la siguiente y anoten en ella los resultados obtenidos.
2. Contesten en su cuaderno las preguntas siguientes:

	Tipo de sistema	Masa inicial-masa final	Tipo de cambio	Observaciones
Experimento 1				
Experimento 2				

- ¿Los componentes de cada sistema son los mismos antes y después de mezclarlos?
- ¿Hubo variación en los valores inicial y final de la masa del sistema 1? ¿Por qué?
- ¿Hubo variación en los valores inicial y final de la masa del sistema 2? ¿Por qué?
- ¿En cuál de los dos se usó un sistema cerrado y en cuál uno abierto? Argumenten.
- ¿Pueden asegurar que en los cambios químicos la masa se mantiene constante? Escriban por qué.

3. Con la ayuda del profesor, redacten una conclusión acerca de la actividad y la importancia de experimentar con sistemas abiertos y cerrados.



**Antoine Laurent Lavoisier** (figura 1.88) nació en París en 1743. Recibió una magnífica educación, pues además de una buena formación científica, adquirió una gran cultura humanística. Estudió astronomía, química y botánica y trabajó como recaudador de impuestos. En 1768 fue elegido como miembro de la Real Academia de Ciencias de París por un ensayo referente al alumbrado público para grandes poblaciones.

En 1769, junto con el geólogo J. E. Guettard, Lavoisier elaboró un atlas mineralógico de Francia. En 1775, fue nombrado director de administración de la pólvora y se dedicó a mejorar la caótica industria de este material; por ello trabajó en el arsenal de París, donde montó un gran laboratorio. En 1790 fue nombrado secretario y tesorero de la comisión encargada de establecer un sistema uniforme de pesos y medidas en toda Francia, trabajo que llevó al establecimiento del **sistema métrico decimal**.

Figura 1.88 Antoine Laurent Lavoisier fue el primer químico que efectuó experimentos realmente cuantitativos.

En el siglo xvii, con la **teoría del flogisto** se explicaba el fenómeno de la **combustión**. El flogisto era un principio ígneo que formaba parte de las sustancias combustibles y, cuando éstas ardían, el flogisto se desprendía, pasaba a otra sustancia capaz de recogerlo y generaba un movimiento que era el origen del calor y el fuego, observables habitualmente en la combustión (figura 1.89).



Figura 1.89 Hasta finales del siglo xvii, la combustión se explicaba mediante la teoría del flogisto.

Para postular el principio de conservación de la masa, Lavoisier no sólo se basó en sus propios estudios acerca de la combustión, sino también en los del científico inglés **Joseph Priestley** (figura 1.90). En esa época, Priestley obtuvo aire “desflogisticado” de la descomposición por calentamiento del óxido de mercurio (II), y observó que ese gas era el responsable de la combustión. Lavoisier repitió los experimentos de Priestley y confirmó que al quemarse una sustancia, ésta absorbe una parte del volumen inicial del aire.

Además, Lavoisier observó que el aire “desflogisticado” se combinaba con los metales, calcinándolos, y que era indispensable para la respiración. Por esta razón lo llamó **aire vital**, posteriormente lo denominaría con el nombre con que lo conocemos actualmente: **oxígeno**. Con este ejemplo notarás, una vez más, que la ciencia es un proceso que se construye con ayuda de muchas personas, aunque al final sea una quien ordena el conocimiento que se acumula y logra los hallazgos.

El hecho de que algunos metales ganaran peso al arder en lugar de perderlo constituía una contradicción a la teoría del flogisto, pues en esa época combustión significaba “pérdida” de flogisto. No obstante, la teoría del flogisto perduró hasta finales del siglo xviii, cuando Lavoisier desarrolló una nueva interpretación de la combustión, la acidez y el estado gaseoso, dentro de la denominada **Primera Revolución Química**.

Además, Lavoisier introdujo el **uso sistemático de la balanza** en sus experimentos e hizo las anotaciones necesarias para que cualquier otra persona pudiera repetirlos; también registró cuidadosamente todos los cambios observados y formuló explicaciones que concordaban con sus observaciones. Como resultado de sus experimentos, estableció que la **combustión** implica la reacción de una sustancia con el **oxígeno** y, con ello, refutó de manera definitiva la teoría del flogisto.

Lavoisier llegó a la conclusión, a partir de los experimentos y las observaciones que llevó a cabo durante varios años, de que **en la naturaleza la materia no se consume, sino se transforma**. Esto significa que, a pesar de que se construyan miles de objetos con hierro, aluminio, cobre u otros materiales, la cantidad de estos metales que hay en nuestro planeta no se reduce. No obstante, esta materia se transforma en formas menos útiles, menos disponibles, casi irre recuperables incluso. De aquí la importancia de aprender a conservar nuestros recursos naturales.



Figura 1.90 El trabajo de Priestley sentó las bases para las investigaciones de Lavoisier. En la imagen se ve su estatua, en West Yorkshire, Inglaterra.



Figura 1.91 Lavoisier experimentando en su laboratorio.

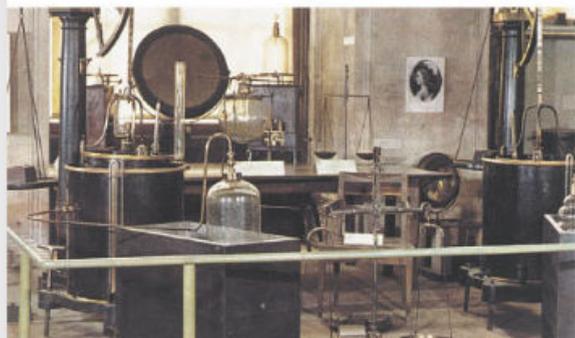


Figura 1.92 El laboratorio de Lavoisier fue uno de los primeros dedicados a la investigación química, ya que tenía el material necesario para su experimentación.

Lavoisier notó que durante un **cambio químico**, aun cuando las sustancias se transformaban en otras del todo diferentes, **no había destrucción ni creación evidente de materia** (figura 1.91). Él expresó su descubrimiento en 1783, con el principio de conservación de la masa:

Durante un cambio químico la masa total de las sustancias que reaccionan es igual a la de aquellas que se producen en la reacción.

Además, junto con Claude Louis Berthollet y otros colaboradores, Lavoisier ideó un sistema racional de **nomenclatura química** basado en el concepto de **elemento químico**. Sus teorías aparecieron reunidas en su famoso libro **Tratado elemental de química**, publicado en 1789.

A partir de entonces, un objetivo esencial de quienes se dedican a la química es estudiar y llevar un control de los cambios químicos, tanto en los aspectos que se refieren a cómo y por qué ocurren, como al estudio de las proporciones en las que suceden, es decir, la cantidad de reactivos que se utilizan y de productos que se generan en las reacciones. Esto permite favorecerlos y optimizarlos si son benéficos, e intentar eliminarlos o retardarlos si causan problemas.

Gracias al estudio **cuantitativo** de los procesos químicos se pueden establecer los **costos de producción**, que sirven para determinar los precios de venta de los productos que el ser humano emplea como satisfactores.

Es importante que aprecies que el desarrollo de la ciencia depende mucho de cada época. Lavoisier mandó construir aparatos e instrumentos que no existían en ese entonces, con la finalidad de registrar de manera rigurosa sus mediciones y sustentar sus conclusiones (figura 1.92).

Aparte de su labor científica, Lavoisier tuvo una gran vocación política, por lo que ocupó cargos públicos en tiempos de la monarquía en Francia.

Cuando estalló la **Revolución francesa**, a pesar de su prestigio científico internacional, Lavoisier fue detenido junto con otros funcionarios encargados de la recaudación de impuestos y acusado de atentar contra la salud pública por agregarle agua y otros ingredientes al tabaco, con la finalidad de que éste no se secase tan rápido. Se le sometió a juicio y el tribunal revolucionario consideró prueba suficiente de su culpabilidad el cargo de recaudador de impuestos que había ocupado durante el antiguo régimen.



#### Intérn@te

En este sitio podrás ver el libro *Tratado elemental de química* (1789):  
<http://www.redir.mx/SQCS-066a>.

Aquí verás un texto del libro de Antoine Lavoisier, *Traité élémentaire de chimie*:  
<http://www.redir.mx/SQCS-066b>;

<http://www.redir.mx/SQCS-066c>.



#### Intérn@te

Escribe en un buscador de Internet lo siguiente: *Traité élémentaire de chimie* y elige la opción **imágenes**, ahí verás los dibujos que hizo Marie-Anne Pierrette Paulze.

Lee un artículo que habla de las mujeres en la química: <http://www.redir.mx/SQCS-067>, dale clic en "Ver pdf" y revisa la página 157.

Lavoisier pidió que su ejecución se aplazara 15 días para terminar un estudio sobre la fisiología de la respiración humana, pero su solicitud fue denegada. Una versión apócrifa señala que el juez que presidió el tribunal revolucionario, Jean-Baptiste Coffinhal, mencionó entonces: "La República no tiene necesidad de químicos o de sabios y la justicia debe seguir su curso". Así, Lavoisier murió en la guillotina el 8 de mayo de 1794.

Joseph-Louis Lagrange, famoso matemático, dijo al día siguiente de la muerte de Lavoisier: "Les tomó sólo un instante cortarle la cabeza, pero Francia quizás no produzca otra igual en un siglo". A Lavoisier no lo juzgó un tribunal inquisitorial ni otra autoridad religiosa, sino los ideales, fervores y desenfrenos de la Revolución francesa.



#### El conocimiento científico y la sociedad

Con el análisis de esta lectura apreciarás la relación entre el desarrollo de la ciencia y su contexto social.

1. En equipo de cuatro integrantes lean el siguiente texto.

Marie-Anne Pierrette Paulze (1758-1836) hizo importantes contribuciones a la construcción del conocimiento químico a fines del siglo XVIII (figura 1.93). Fue la esposa de Antoine Lavoisier, el padre de la química moderna. Hablaba francés y latín, e interesada por el trabajo de su esposo estudió química, inglés y pintura, a fin de volverse su principal colaboradora. Fue su asistente bibliotecaria y de laboratorio, su confidente científica, su editora y traductora, e hizo el registro de los resultados de los experimentos hechos por Lavoisier. Tradujo del inglés al francés el ensayo de Richard Kirwan (1733-1812) sobre el flogisto, lo que le permitió a Lavoisier y a sus colaboradores discutir las ideas de este científico.

Hizo muchos de los dibujos y grabados de los experimentos, utensilios e instrumentos utilizados por Lavoisier durante sus investigaciones y que fueron publicados después en su **Tratado elemental de química**. Después de su muerte y condecorada del trabajo e investigaciones de su marido, editó y publicó las memorias de Antoine Lavoisier y continuó siendo la anfitriona de numerosas reuniones en donde científicos eminentes de la época discutían las nuevas ideas de la química.

Como resultado de lo cercano de su trabajo con Antoine, es muy difícil mencionar sus contribuciones individuales, pero con toda certeza se puede decir que mucho del trabajo acreditado a él, lleva sus huellas (le corresponde a ella). Sin embargo, sus contribuciones al campo de la química no son reconocidas.



Figura 1.93 Marie-Anne Pierrette Paulze, esposa de Lavoisier, fue su colaboradora y asistente en el laboratorio.



Como sabes la ciencia está inmersa en un contexto sociocultural y, por tanto, está influenciada por los valores sociales y culturales de la sociedad en la cual se desarrolla. Para la pareja eran muy importantes los momentos en los que se reunían con científicos de la sociedad francesa, porque ahí comunicaban sus avances y discutían sobre las ideas de otros.

Tomado de Mari Álvarez Lires, Teresa Nuño y Nuria Solsona, *Las científicas y su historia en el aula*, Madrid, Síntesis, 2003, disponible en [http://webs.uvigo.es/xenaro/profesorado/mari\\_lires/cientificas.pdf](http://webs.uvigo.es/xenaro/profesorado/mari_lires/cientificas.pdf).

## 2. Con base en lo que leyeron, lleven a cabo lo que se pide a continuación.

- Redacten un texto de una cuartilla. Destaquen cómo el conocimiento científico es tentativo; es decir, que sirve para probar o tantear algo, y está limitado por la sociedad en la cual se desarrolla. Si lo consideran necesario, consulten más información respecto a la vida de Marie-Anne y Antoine Lavoisier.
- Hagan una tabla comparativa de al menos cinco aportaciones de Lavoisier. Expliquen cuál era el conocimiento de esa época acerca de los aspectos investigados por este científico y cuáles los nuevos planteamientos que él estableció. No olviden mencionar los que se refieren a la teoría de la combustión, la formación de óxidos, la nomenclatura química y el uso de la balanza.
- Discutan con sus compañeros de equipo lo siguiente: ¿por qué no se le dio crédito a Marie-Anne en los trabajos de Lavoisier? ¿Crees que actualmente se excluya a las mujeres en la ciencia?



### Intérn@te

Lee en la siguiente página algunos datos importantes relacionados con Lavoisier y el oxígeno:  
<http://www.redir.mx/SQCS-06B>



### RECONOCE LO QUE AHORA SABES

A lo largo de esta lección conociste lo importante que es, en el estudio de la química, el trabajo metódico, el uso de instrumentos y aparatos, el registro de notas e ilustraciones y el trabajo en equipo. Todo esto nos facilita la comprensión de los fenómenos naturales.

En el desarrollo de la química, Antoine y Marie-Anne Lavoisier lograron grandes avances. Sin embargo, el contexto histórico, social y cultural les impidió continuar sus investigaciones.

**Con la finalidad de que te autoevalúes y te des cuenta de qué tanto aprendiste, te invitamos a que hagas lo siguiente.**

1. Lee tus respuestas de la sección "Reconoce lo que sabes" de la página 62 y compáralas con las que darías ahora.
2. Propón una actividad experimental en la que muestres la validez del principio de conservación de la masa. Evalúa tu presentación. Para ello elabora un cuestionario y pide a tu auditorio que lo conteste.
3. Escribe un ensayo donde argumentes la importancia del trabajo de Lavoisier y el por qué es considerado "padre de la química moderna". También expón tu opinión acerca del trabajo de su esposa.

## Ahora tú explora, experimenta y actúa Integración y aplicación

### 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.

Aunque éste es tu tercer curso de Ciencias y has tenido la oportunidad de trabajar proyectos de integración y aplicación en los dos anteriores, no está de más recordar que un **proyecto estudiantil** consiste en una serie de actividades planificadas y organizadas, cuyo objetivo es **resolver una pregunta o problema** que surge conforme avanzas en los conocimientos de cada bloque y conoces temas de interés para ti y tus compañeros de equipo; es decir, es conveniente que escojan un **problema que en verdad les interese**.

### Proyecto 1 ¿Cómo funciona una salinera y cuál es su impacto en el ambiente?

#### FASE I: INICIO

Desde el punto de vista químico, lo que comúnmente llamamos **sal** es **cloruro de sodio**, un compuesto químico de fórmula  $\text{NaCl}$  que es muy soluble en agua. Se trata de un compuesto que por sus propiedades especiales tiene diversos usos en la industria química (figura 1.94).

¿Y en nuestras vidas? Difícilmente nos gustan las comidas sin sal y hay quienes vacían el contenido del salero a sus alimentos. Si comes mucha sal, seguro que alguien te ha dicho que se te puede "picar el hígado". Si te sientes hinchado es porque has consumido sal en exceso y a los enfermos del corazón les prohíben consumir sal ya que eso afecta la presión arterial. Pero la comida sin sal no sabe igual.

Investiguen lo siguiente.

- ¿Por qué la sal es necesaria en nuestra alimentación?
- ¿Cuál es la cantidad de sal que debemos consumir a diario?
- ¿Qué efectos tiene en nuestro organismo consumir sal en exceso?
- ¿Qué alimentos son fuentes naturales de sal?
- ¿Por qué a la sal de mesa se le adiciona yodato de sodio?

La palabra **salario** tuvo su origen entre los legionarios romanos por el año 200 a. n. e. ya que parte del pago por sus servicios se hacía con sal y la importancia de este compuesto era tal que en Roma actualmente se puede ver la **vía salaria**, una ruta construida en esos años que era utilizada para transportar la sal hacia el río Tiber.



**Figura 1.94** El cloruro de sodio es una sustancia muy valiosa para la vida. La sal de roca (a) es la que se vende tal como se extrae del mar. La sal de mesa (b) ha pasado por un proceso de refinamiento y ha sido adicionada con yodo y flúor.



Figura 1.95 Tortuga prieta capturada y liberada en la laguna Ojo de Liebre

La palabra **sal** se ha utilizado mucho en la cultura popular. Indaga, por ejemplo:

- ¿Por qué decimos “estoy salado” cuando parece que las cosas no nos salen bien?
- ¿Cuál es el origen del dicho “echar la sal”?

Si has ido por carretera o vives en zonas que están camino a las playas de nuestro país es común encontrar montones de un sólido blanco que se obtiene cuando el agua del mar se evapora por efecto del Sol. Este sólido es la sal que venden los pobladores de esas zonas para obtener ingresos económicos. Difícilmente en los supermercados, encuentras algún producto comercial que sea más barato que un kilogramo de sal.

1. Lean en equipos el texto siguiente.

“En diciembre de 1997 fueron encontradas 94 tortugas marinas prietas muertas en la región de la laguna Ojo de Liebre, Baja California Sur, distribuidas tanto en el exterior como en el interior de la laguna (figura 1.95).



Figura 1.96 Localización de la laguna Ojo de Liebre en Baja California Sur

La subsecuente investigación de la Procuraduría Federal de Protección Ambiental (Profepa) apoyada por el Comité Científico de Atención a Contingencias en los Recursos Naturales del estado señala a un choque hipersalino como una de las hipótesis para explicar la mortandad. La hipótesis indica que el choque hipersalino se produjo por la presencia de una **“pluma de hipersalinidad”** en la laguna Ojo de Liebre, zona delimitada por el sitio conocido como El Chaparrito, la Isla Zacatosa y la Isla Conchas (figura 1.96), la cual se supone fue generada por un aporte puntal de salmuera proveniente de las instalaciones de la planta productora de sal, por la evaporación existente en la localidad y operada por la Compañía Exportadora de Sal, S. A. (ESSA).”

Tomado de G. Gutiérrez de Velasco, *Mortandad de tortugas marinas en laguna Ojo de Liebre, Baja California Sur, resumen ejecutivo*, La Paz, Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, 2000.

2. Investiguen y respondan las siguientes preguntas.

- ¿Cuál es la concentración promedio de sal en el agua de mar?
- ¿Qué sucede con la fauna marina si esta concentración aumenta?
- ¿Qué es un choque hipersalino?
- ¿Cómo funciona una salinera?
- ¿Qué desechos genera una salinera?
- ¿De dónde se obtiene la sal que se utiliza en su localidad?
- ¿Qué usos se le da a la sal en su comunidad?
- Con respecto a la lectura, ¿qué situación problemática les gustaría resolver si fueran un grupo de biólogos que colaboraran con un equipo de protección ambiental de su comunidad?

Glosario

**Pluma de hipersalinidad:** corriente de agua con concentración de sales superior a la del agua de mar.

✓ FASE 2: PLANEACIÓN

Discutan en equipo cada una de sus respuestas a las preguntas anteriores. Estas preguntas pueden **detonar su interés** por algún tema en particular relacionado con la sal. A continuación se muestran algunas ideas que les servirán para elegir su proyecto. ¿Qué otras se les ocurren a ustedes?

- ¿Es importante el consumo de sal para el ser humano? ¿De dónde obtienen las personas la sal que su organismo requiere? ¿Qué aspectos positivos tiene el consumo de sal? ¿Qué aspectos son negativos?
- Además del consumo en la alimentación, ¿qué usos se le da a la sal? Por ejemplo, para la conservación de alimentos, para hacer más seguro conducir en carreteras en lugares donde nieva, etcétera (figura 1.97).
- La sal es un compuesto químico que ha sido utilizado por el hombre a lo largo de toda la historia. ¿Qué importancia tuvo para los chinos, los egipcios, los fenicios, los romanos y para otras culturas en la historia?
- ¿En qué países del mundo hay salineras? (figura 1.98). ¿Qué características geográficas tienen los lugares en los que se establecen? ¿Cómo afecta el medio ambiente establecer industrias salineras?
- ¿Es la industria de la sal importante en nuestro país? ¿Cómo se obtiene la sal? ¿En qué entidades de México hay salineras? ¿Afectan las salineras el medio en el que se establecen? ¿Hay salineras en la zona en que vives?



Figura 1.97 Uno de los usos de la sal es disminuir el punto de fusión del hielo, hecho que se utiliza en el procedimiento para preparar helado o nieve.

Elaboren un **planificador** de actividades que incluya un **cronograma**. Escriban, de manera ordenada, los **pasos** que deben seguir para resolver la situación problemática que les interesa y los **productos parciales** de su proyecto. Definan quien hará cada una de las **actividades**, en qué **fecha** y **cuánto tiempo** tardará en hacerla. También incluyan los **materiales** que emplearán y los recursos con que cuentan.

✓ FASE 3: DESARROLLO

Es recomendable comenzar su proyecto consultando diversas fuentes de información en bibliotecas, Internet, revistas y periódicos, para tener un panorama en torno a la situación problemática de su elección. Tienen que ser muy críticos para diferenciar la información fidedigna de la que no lo es.

Elaboren **fichas de trabajo** para resumir la información más importante. Una estrategia útil para organizar la información es hacer un mapa conceptual que les permita ver la relación entre los contenidos de su proyecto de trabajo y los contenidos de este primer bloque del curso.

Puede suceder que con la información recabada decidan modificar la situación problemática con la que iniciaron, si es así, háganlo con su profesor y de acuerdo con sus indicaciones, prosigan su investigación.



Figura 1.98 Planta salinera a la orilla del mar



**Intérn@te**

Consulten estas sugerencias de sitios en Internet. En ellas encontrarán información sobre la sal y las salineras.

Sal en la arena. La producción tradicional de sal en Japón: <http://www.redir.mx/SQCS-072a>.

La producción de sal en la prehistoria: <http://www.redir.mx/SQCS-072b>.

Salineras mayas: <http://www.redir.mx/SQCS-072c>.

La ruta de la sal prehispánica de Zapotitlán Salinas: <http://www.redir.mx/SQCS-072d>.

La sal de la vida: <http://www.redir.mx/SQCS-072e>.

Asociación Mexicana de la Industria Salinera (ami-sac): <http://www.redir.mx/SQCS-072f>.

Instituto de la sal: <http://www.redir.mx/SQCS-072g>.

Recopilen los **productos parciales** de su proyecto: fichas de trabajo, informes, carteles, fotografías, trípticos, folletos, audiovisual, historieta... ¡en fin!, todo lo que hayan planeado para responder el problema que delimitaron.

**FASE 4: COMUNICACIÓN**

Todo trabajo creativo requiere ser presentado a los otros con el fin de mostrar cómo resolvieron la situación problemática y las repercusiones positivas que puede traer a su comunidad o inclusive a otras, tanto por aumentar su acervo cultural o simplemente por resolver un problema.

Elijan cómo desean hacerlo, para esto pueden elegir **montar una exposición con carteles, repartir trípticos** entre la comunidad escolar o vecinos de la localidad, **presentar el audiovisual** en el salón o en el auditorio de la escuela, **publicar los resultados en redes sociales o en un blog**, hacer una **exposición oral con diapositivas**, etcétera.

Una vez terminada la comunicación de los resultados, comenten los beneficios que el proyecto aportó a ustedes y a su comunidad, y si piensan que hubo cambios en sus actitudes después de haberlo llevado a cabo.

Proyecto **2** **¿Qué podemos hacer para recuperar y reutilizar el agua del ambiente?**

Ahora les presentamos una segunda opción para su proyecto. Tengan presente que estas sugerencias no son las únicas. Siempre hay la posibilidad de que elijan otro tema de su interés, relacionado con los contenidos de este bloque.

**FASE 1: INICIO**

**1. En equipo, lean los siguientes textos y coméntenlos.**

Estamos asistiendo a un crecimiento explosivo del consumo del agua y a una seria degradación de su calidad debido a los vertidos de residuos contaminantes (metales pesados, hidrocarburos, pesticidas, fertilizantes,...), muy superior a la tasa o ritmo de asimilación de los ecosistemas naturales.

Afrontar la escasez de agua requiere solucionar una serie de cuestiones que van desde la protección del medio ambiente y la interrupción del calentamiento global hasta un reparto equitativo del agua para el riego, la industria y el consumo doméstico de toda la población mundial. Ello significa que no solamente el sector agrícola, sino todo el mundo, organismos internacionales, gobiernos, comunidades locales, deben compartir la responsabilidad.

Tomado de oei, Década por una Educación para la Sostenibilidad, disponible en <http://www.oei.es/decada/accion.php?accion=06> (Consultado 3 de marzo de 2013).



**Intérn@te**

Consulta estas fuentes de información; encontrarán datos útiles para desarrollar el proyecto sobre la recuperación y reutilización del agua.

Tratamiento de aguas grises: <http://www.redir.mx/SQCS-073a>; <http://www.redir.mx/SQCS-073b>.

Desalinización del agua: <http://www.redir.mx/SQCS-073c>.

Eured desalinización del agua: <http://www.redir.mx/SQCS-073d>.

BBC Por qué se está acabando el agua: <http://www.redir.mx/SQCS-073e>.

UNW México enfrenta graves problemas de escasez de agua: <http://www.redir.mx/SQCS-073f>.

Recursos naturales para la obtención de agua: <http://www.redir.mx/SQCS-073g>.

Video Carta del agua, 2070: <http://www.redir.mx/SQCS-073h>.

Plantas desalinizadoras en México para combatir sequía: <http://www.redir.mx/SQCS-073i>.

Proceso de potabilización: <http://www.redir.mx/SQCS-073j>.

La zona de África que se encuentra al norte del desierto del Sahara se denomina la **Isla de la Sal**; es una zona de salitales: árida, con escasa lluvia y carente de ríos. Con el incremento actual de su población, sufre de un grave problema de escasez de agua. En esta misma área, Arabia Saudita, situada al este del Mar Rojo, obtiene agua por desalinización del agua de mar. Esto es posible ya que el petróleo que posee le permite costear este proceso.

Adaptado de "La escasez de agua será el nuevo detonante de conflictos en el Oriente Medio", en *El Corresponsal de Medio Oriente y África*, 16 de octubre de 2010, disponible en <http://elaguaenelmundo.webcindario.com/escasez%20de%20agua%20en%20oriente%20medio.htm> (Consultado 2 de julio de 2013).

**2. Investiguen en Internet lo siguiente. Anoten en fichas de trabajo o en la bitácora lo que encuentren.**

- ¿Qué características tienen los diferentes tipos de agua?
- ¿Cómo se purifican las aguas negras hasta volverlas potables?
- ¿De qué manera se desaliniza el agua de mar para hacerla potable?
- ¿Cuánta agua al día necesita una familia para vivir?
- ¿Qué países cuentan con plantas de tratamiento de agua o desalinizadoras?
- ¿Qué características poseen las fuentes naturales de agua de las zonas donde existen plantas desalinizadoras de agua?

**FASE 2: PLANEACIÓN**

Con este proyecto tendrán la oportunidad de estudiar el origen de la grave **escasez de agua** que padece actualmente nuestro planeta, así como algunas propuestas viables para **recuperar y reutilizar** la que ya se ha usado en diversas actividades, tanto domésticas e industriales.

En equipo decidan qué es lo que les gustaría investigar. Algunas ideas para elegir su proyecto son:

- ¿Crees tú que la escasez de agua es un problema que afecta sólo a la región al norte del desierto del Sahara? ¿Cuáles son las **fuentes naturales de agua** que se encuentran en la zona en la que vives? ¿Qué características tiene el agua de estas fuentes naturales?
- ¿Hay problemas de escasez de **agua potable** en tu comunidad? ¿Cómo se resuelve este problema?
- ¿Qué es un **método de tratamiento de agua**? ¿Qué métodos de tratamiento de agua se utilizan actualmente? ¿En qué consisten? ¿Para qué se hace el tratamiento de agua?
- El agua, según sus características, se puede clasificar como agua de mar, agua dulce, agua potable, aguas duras, aguas residuales, aguas grises y agua tratada, entre otras. ¿Qué tipo de agua es la que se utiliza en tu comunidad para las siguientes actividades: regar parques o jardines, para lavar la ropa, preparar alimentos, para beber? ¿De dónde y cómo se obtienen cada uno de estos tipos de agua? ¿Qué requisitos debe tener el agua para ser considerada **agua potable**?



Figura 1.99 Planta desalinizadora de agua

- México es un país con **costas planas**, generalmente de poca profundidad y con bastante arena. Los límites de México al este y al oeste son el Golfo de México (Océano Atlántico) y el Océano Pacífico, respectivamente. La longitud de costa de nuestro país es de aproximadamente 12 000 kilómetros. ¿Qué harías si fueras un importante funcionario público de nuestro país y tuvieras que decidir qué hacer para que en las comunidades de las zonas costeras se pudieran cubrir las necesidades de agua? Supón que tus asesores te recomiendan una planta desalinizadora de agua (figura 1.99). ¿qué argumentos les pedirías para tomar una decisión?

Después de haber elegido una situación problemática que les gustaría resolver con un proyecto, reúnanse en equipo y escriban en su bitácora los pasos que seguirán para resolverla. Es recomendable que elaboren un cuadro, diagrama o mapa conceptual que les ayude a organizar las actividades, además del planificador, con el tiempo que requerirán, los materiales y la distribución del trabajo entre los integrantes del equipo.

✓ FASE 3: DESARROLLO

En este proyecto lo que deben tener en cuenta al elaborar sus productos es el uso de **tecnologías sustentables**, que contemplen no sólo la **disminución de los desperdicios** y de la **contaminación del agua**, sino también tratar de prevenirlos.

Es factible que lleven a cabo un **proyecto ciudadano**, en el que organicen una **campaña** para concientizar a los habitantes de la localidad acerca del ahorro del agua y de no arrojar contaminantes.

Otra opción es elaborar un **proyecto tecnológico** en el que diseñen un **prototipo de filtro para purificar el agua**, o bien, que evalúen la funcionalidad de los filtros que ya se usan (figura 1.100) o de la **planta de tratamiento de agua**, si es que la hay en su localidad. En todo caso procuren usar materiales de bajo costo, y no generar desechos durante la manufactura de su prototipo de filtro.

Si decidieron hacer un **proyecto científico** en el que investiguen sobre un problema relacionado con la contaminación y el tratamiento del agua, es importante que recopilen sus productos parciales, como las notas de su bitácora, mapas geográficos y conceptuales, resúmenes, ensayos, tablas, gráficas, etcétera.

✓ FASE 4: COMUNICACIÓN

Como saben, una parte importante del trabajo por proyectos es la comunicación de los resultados de su trabajo; elijan cómo lo harán, por ejemplo, pueden **difundir la campaña con mantas y carteles** en parques, afuera de la escuela, mercados y otros **lugares públicos**.



Figura 1.100 Dispositivo para filtrar agua, que consta de varias capas de materiales porosos, como carbón activado y arcillas.

Si es el caso del proyecto tecnológico, elaborar un **folleto informativo** y distribuirlo entre la comunidad escolar es una opción, o bien, hacer una presentación de su **prototipo de filtro**, enfatizando sus ventajas, los materiales con que lo elaboraron, su potencial y el **costo-beneficio**.

Una vez terminada la presentación de los resultados (figura 1.101), comenten qué beneficios les aportó el proyecto a ustedes y a su comunidad, y si piensan que hubo cambios en sus actitudes y en las de las personas a quienes se dirigieron después de haberlo llevado a cabo.

✓ FASE 5: EVALUACIÓN

Con esta fase se cierra el proyecto. Su importancia radica en que, al valorar su desempeño durante la ejecución del mismo, tanto de manera individual como en equipo, tendrán la oportunidad de identificar las acciones y actitudes que hayan obstaculizado el trabajo. Para ello, una opción es diseñar cuestionarios con los aspectos que les interesen y luego contestarlos (trabajen en su bitácora). Révisenlos conforme avance el ciclo escolar y encontrarán cosas interesantes. Si lo hacen, sus resultados serán cada vez más satisfactorios. En el **cuadro 1.13** les damos algunos ejemplos de preguntas para **autoevaluarse**, sin importar el tipo de proyecto que hayan elegido. Procuren contestarlas con honestidad.



Figura 1.101 La difusión de los resultados es uno de los más importantes objetivos de un proyecto estudiantil.

Cuadro 1.13 Guía para evaluar el proyecto de bloque 1

Preguntas	¿Sí o no?	¿En qué evidencias nos basamos para saberlo?	¿Cómo mejoraríamos?
¿Planteamos una situación problemática de nuestro interés para resolverla de acuerdo con las propiedades de los materiales o la conservación de la masa?			
Con base en la situación problemática ¿planteamos premisas, supuestos y alternativas de solución?			
¿Seleccionamos la información más conveniente para nuestro proyecto, la organizamos y la utilizamos a lo largo del proceso?			
¿Aplicamos algunos de los fundamentos básicos que se utilizan en la investigación científica escolar o en la experimentación?			
¿En caso de haber elaborado un prototipo, modelo o dispositivo, lo hicimos teniendo cuidado de no dañar el ambiente?			
¿Argumentamos las implicaciones sociales de nuestros resultados?			
¿Comunicamos de manera eficiente los resultados de nuestra investigación científica?			
¿Evaluamos aciertos y debilidades del procesos que seguimos durante el desarrollo del proyecto?			

## Instrucciones

- Lee atentamente y con detalle el siguiente fragmento de un texto de divulgación científica.
- En tu cuaderno argumenta sobre los conocimientos científicos relacionados con el estudio de la química y los contenidos en este bloque.
- Responde de manera individual las preguntas que aparecen al final del texto, posteriormente discute las respuestas con tus compañeros para aportar argumentos científicos con la guía de tu profesor.



A Jean Baptiste van Helmont (1579-1644) también se le conoce como el "padre de la bioquímica".

## Estableciendo medidas

Hasta la época de Van Helmont, la única sustancia "aérea" conocida y estudiada era el aire mismo, que parecía lo suficientemente distinto de las otras sustancias como para servir de elemento a los griegos. En realidad, los alquimistas habían obtenido con frecuencia "aires" y "vapores" en sus experimentos, pero eran sustancias escurridizas, pesadas de estudiar y observar, y fáciles de ignorar.

El misterio de estos vapores estaba implícito en el nombre que se dio a los líquidos fácilmente vaporizables: **espíritus**, una palabra que originalmente significaba "suspiro" o "aire", pero que también tenía un sentido evidente de algo misterioso y hasta sobrenatural. Todavía hablamos de "espíritus" para ciertos alcoholes o para la trementina. El alcohol es, con mucho, el más antiguo y mejor conocido de los líquidos volátiles; tanto, que en inglés la palabra *spirits* ha terminado por aludir específicamente a los licores alcohólicos.

Van Helmont fue el primero en considerar y estudiar los vapores que él mismo producía. Observó que se parecían al aire en su apariencia física, pero no en todas sus propiedades. En particular, obtuvo los vapores de la madera al arder, que parecían aire, pero que no se comportaban como tal.

Para Van Helmont, estas sustancias parecidas al aire, sin volumen ni forma determinados, eran algo semejante al **chaos** griego: la materia original, informe y desordenada, a partir de la cual (según la mitología griega) fue creado el Universo. Van Helmont aplicó a los vapores el nombre de *chaos*, que pronunciado con la fonética flamenca se convierte en **gas**. Este término se aplica todavía a las sustancias parecidas al aire. Van Helmont llamó al gas que obtuvo de la madera **gas silvestre** («gas de madera»). Era el que actualmente llamamos **dióxido de carbono**.

El estudio de los gases, la forma más sencilla de materia, fue el primero que se prestó a las técnicas de medición precisa: sirvió de camino al mundo de la química moderna.

Tomado de Isaac Asimov, *Breve historia de la química. Introducción a las ideas y conceptos de la química*, Madrid (2010) Alianza Editorial, pp. 24-25, disponible en <http://www.librosmaravillosos.com/brevehistoriaquimica/capitulo03.html> (Consultado 3 de julio de 2013).

## Preguntas

- Durante la época de Jean Baptiste van Helmont, ¿Cuáles habrán sido las propiedades físicas de los gases que pudieron haberse prestado a mediciones técnicas precisas y por qué?
- ¿Es posible determinar la masa de un gas? ¿Cómo lo harías?

## Instrucciones

- Analiza la figura y lee cuidadosamente el diseño y los resultados del experimento que se presenta.
- En tu cuaderno argumenta acerca de los cambios tanto físicos como químicos que ocurren, incorpora los conocimientos científicos relacionados con el estudio de la química, que se presentaron en este bloque.
- Responde de manera individual las preguntas que se incluyen al final del texto; posteriormente, discute las respuestas con tus compañeros para aportar argumentos científicos con la guía de tu profesor

## Otra manera de inflar un globo

Se presenta un experimento químico que necesita los siguientes materiales:

- botella de vidrio transparente (para ver su interior)
- un globo de material elástico
- una cuchara (preferentemente de metal)
- un embudo de plástico
- bicarbonato de sodio
- vinagre



El objetivo es observar la reacción química entre el bicarbonato de sodio y el vinagre, que contiene ácido acético. El procedimiento del experimento se lleva a cabo de la siguiente forma:

- Se agrega el vinagre mediante el embudo dentro de la botella y posteriormente se vierte bicarbonato de sodio dentro del globo.
- Se introduce la boquilla del globo en la boca de la botella (de manera que se ajuste firmemente). Hay que cuidar que no entre nada del bicarbonato de sodio a la botella.
- Se ajusta el globo en posición vertical para que el bicarbonato de sodio caiga sobre el vinagre que se encuentra en el interior de la botella.

Cuando reacciona el ácido acético con el bicarbonato, se produce dióxido de carbono, que es el gas que infla el globo, en una reacción rápida y vistosa.

## Preguntas

- ¿Qué mezclas participan en el experimento?
- ¿Qué cambios de estado se presentan? Explica.
- ¿Es posible separar los productos que quedan al final? Justifica tu respuesta.
- Si se pesa todo el sistema antes y después de los cambios, ¿qué resultados se espera obtener?

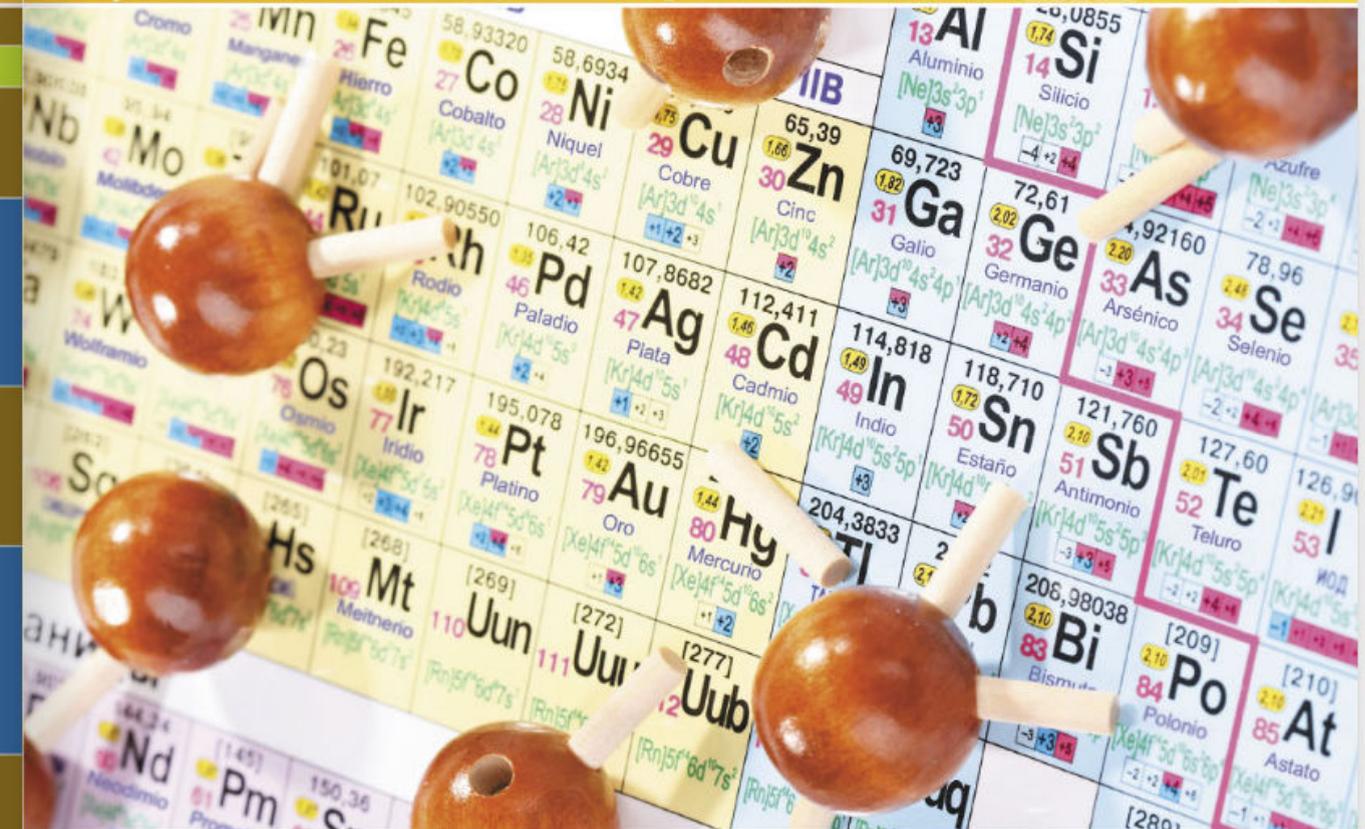
**COMPETENCIAS QUE SE FAVORECEN:**

- » 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.

# BLOQUE 2

## Las propiedades de los materiales y su clasificación química

Aprendizajes esperados	Contenidos
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Establece criterios para clasificar materiales cotidianos en mezclas, compuestos y elementos considerando su composición y pureza.</li> <li>• Representa y diferencia mezclas, compuestos y elementos con base en el modelo corpuscular.</li> </ul>	<p><b>CLASIFICACIÓN DE LOS MATERIALES</b></p> <p>Lección 1. Mezclas y sustancias puras: compuestos y elementos</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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.</li> <li>• Representa el enlace químico mediante los electrones de valencia a partir de la estructura de Lewis.</li> <li>• Representa mediante la simbología química elementos, moléculas, átomos, iones (aniones y cationes).</li> </ul>	<p><b>ESTRUCTURA DE LOS MATERIALES</b></p> <p>Lección 2. Modelo atómico de Bohr</p> <p>Lección 3. Enlace químico</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identifica algunas propiedades de los metales (maleabilidad, ductilidad, brillo, conductividad térmica y eléctrica) y las relaciona con diferentes aplicaciones tecnológicas.</li> <li>• 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, reuso y reciclado.</li> </ul>	<p><b>¿CUÁL ES LA IMPORTANCIA DE RECHAZAR, REDUCIR, REUSAR Y REICLAR LOS METALES?</b></p> <p>Lección 4. Propiedades de los metales. Toma de decisiones relacionada con: rechazo, reducción, reuso y reciclado de metales</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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.</li> <li>• 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.</li> <li>• Argumenta la importancia y los mecanismos de la comunicación de ideas y productos de la ciencia como una forma de socializar el conocimiento.</li> </ul>	<p><b>SEGUNDA REVOLUCIÓN DE LA QUÍMICA</b></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"> <li>• Identifica la información de la tabla periódica, analiza sus regularidades y su importancia en la organización de los elementos químicos.</li> <li>• Identifica que los átomos de los diferentes elementos se caracterizan por el número de protones que los forman.</li> <li>• Relaciona la abundancia de elementos (C, H, O, N, P, S) con su importancia para los seres vivos.</li> </ul>	<p><b>TABLA PERIÓDICA: ORGANIZACIÓN Y REGULARIDADES DE LOS ELEMENTOS QUÍMICOS</b></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"> <li>• Identifica las partículas e interacciones electrostáticas que mantienen unidos a los átomos.</li> <li>• Explica las características de los enlaces químicos a partir del modelo de compartición (covalente) y de transferencia de electrones (iónico).</li> <li>• Identifica que las propiedades de los materiales se explican a través de su estructura (atómica, molecular).</li> </ul>	<p><b>ENLACE QUÍMICO</b></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"> <li>• A partir de situaciones problemáticas, plantea preguntas, actividades a desarrollar y recursos necesarios, considerando los contenidos estudiados en el bloque.</li> <li>• Plantea estrategias con el fin de dar seguimiento a su proyecto, reorientando su plan en caso de ser necesario.</li> <li>• Argumenta y comunica, por diversos medios, algunas alternativas para evitar los impactos en la salud o el ambiente de algunos contaminantes.</li> <li>• Explica y evalúa la importancia de los elementos en la salud y el ambiente.</li> </ul>	<p><b>PROYECTOS: AHORA TÚ EXPLORA, EXPERIMENTA Y ACTÚA (PREGUNTAS OPCIONALES) INTEGRACIÓN Y APLICACIÓN</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Cuáles elementos químicos son importantes para el buen funcionamiento de nuestro cuerpo?</li> <li>• ¿Cuáles son las implicaciones en la salud o el ambiente de algunos metales pesados?</li> </ul>



En este bloque estudiarás que grandes científicos del siglo XIX como Johann Wolfgang Döbereiner, John Alexander Reina Newlands, Julius Lothar Meyer y Dimitri Mendeleiev, entre otros, lograron clasificar los elementos conocidos en esa época hasta formar lo que hoy conocemos como tabla periódica. Ésta es una prueba de que la ciencia es participativa. Podrás advertir también el avance logrado con la teoría de Amedeo Avogadro y los experimentos de Stanislao Cannizzaro sobre las moléculas y masas relativas de los elementos. Conocerás cómo cambiaron los modelos atómicos desde John Dalton hasta Niels Bohr durante los siglos XIX y XX. Conocerás también las fuerzas que mantienen unidos a los átomos en los materiales: los enlaces químicos.

También conocerás las características de los metales y la razón de optimizar su uso con argumentos para la mejor disposición de estos materiales, su reducción y reciclado.

## Clasificación de los materiales

### Lección 1

### Mezclas y sustancias puras: compuestos y elementos

#### 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.

#### RECONOCE LO QUE SABES

La mamá de Roque trabaja en el Hospital Infantil y a ella le corresponde preparar las **mezclas** de uso intravenoso que se aplican a los niños (figura 2.1). Su trabajo requiere mucha atención y representa una gran responsabilidad, ya que cualquier error puede tener un efecto negativo en los pacientes y en ocasiones con consecuencias muy graves.

Ella le comenta a Roque que debe estar muy atenta cuando calcula la concentración de los componentes requeridos para preparar las disoluciones y que debe revisar la caducidad de las sustancias empleadas, así como tener especial cuidado con las condiciones de **asepsia** para evitar que las mezclas se contaminen.

¿Te imaginas lo que sucedería si algún componente de la mezcla se omite o está en exceso?

Contesta en tu cuaderno las preguntas.

- ¿Qué son las sustancias? ¿Cómo se clasifican?
- ¿Qué es una mezcla? ¿Cómo se separan sus componentes?
- ¿Cómo se distingue un elemento de un compuesto? Escribe dos ejemplos.
- ¿Cómo harías los modelos para representar a un elemento, a un compuesto y a una mezcla?

#### NUEVOS ELEMENTOS

Los químicos estudian los componentes de los materiales que nos rodean. En la actualidad se conocen más de 71 millones de sustancias químicas que se encuentran mezcladas, unas con otras, ya sea en la naturaleza o bien, como producto de síntesis en los laboratorios. ¿Pero qué son las sustancias?

Una **sustancia** es un material puro, homogéneo, que no puede separarse en componentes más simples por medios físicos y que posee propiedades intensivas que la diferencian de otras.

Desde el punto de vista de la química, las sustancias puras se clasifican en **elementos** y **compuestos**. Los elementos están formados por un solo tipo de átomos y no se descomponen por medios físicos ni químicos en sustancias más simples. Entre ellos están el helio, carbono, hierro, cobre y oxígeno.

Figura 2.1 Las mezclas intravenosas deben conservarse protegidas de la luz y en refrigeración, pero nunca deben congelarse.

#### Glosario

**Asepsia:** procedimientos que se llevan a cabo para evitar los agentes contaminantes. Por ejemplo, al preparar las mezclas intravenosas se debe utilizar bata, guantes desechables, tapaboca y cofia.

#### Para saber más

"En el lenguaje ordinario, la palabra **puro** tiene un significado que puede conducir a error cuando se utiliza en química. Así, expresiones como 'leche pura de vaca' o 'aire puro' nos pueden confundir, pues tanto la leche como el aire son, en realidad, mezclas de varias sustancias". Tomado de Alicia Benarroch, "El aire y el agua: ¿sustancias puras o mezclas? Una sesión de clase para futuros maestros fundamentada en la investigación didáctica", en *Alambique*, núm. 63, 2010, p.p 91-105.

Los **compuestos** están formados por diversos tipos de átomos en proporción definida y se pueden descomponer, por medios químicos, en los elementos que los forman.

Como hemos mencionado anteriormente, una **mezcla** es una combinación de dos o más sustancias en igual o diferente estado de agregación. Cuando se ponen en contacto, no presentan cambios químicos; es decir, cada sustancia mantiene su identidad y sus propiedades (por ejemplo, sus temperaturas de fusión y ebullición), y se separan de las demás mediante procedimientos físicos, algunos de ellos explicados en las páginas 47-50. Según el número de fases presentes en las mezclas, éstas se clasifican como sistemas homogéneos (una sola fase) y heterogéneos (dos o más fases).

### El modelo corpuscular

Para explicar cómo está constituida la materia, los científicos han creado **modelos submicroscópicos** o **nanoscópicos** que les sirven para explicar las propiedades observables en escala macroscópica de sustancias que se encuentran en uno o más de los tres estados: gaseoso, líquido o sólido. Uno de ellos es el **modelo corpuscular**, que ya estudiaste en tu curso de Ciencias II y retomamos en el bloque 1 para ilustrar algunos ejemplos.

Según el modelo corpuscular, toda la materia está formada por partículas muy pequeñas llamadas **corpúsculos**, tan pequeñas que resultan invisibles incluso para los microscopios más potentes. A su vez, estos corpúsculos pueden ser átomos o moléculas que están constituidas por átomos que se unen para formar una estructura con un acomodo espacial definido (figura 2.2).

De acuerdo con este modelo, los corpúsculos guardan una distancia entre sí, por lo que entre ellas hay vacío y se encuentran en continuo movimiento. Las partículas se mantienen cerca unas de las otras debido a que entre ellas existen fuerzas de atracción llamadas **fuerzas de cohesión**, que varían en magnitud con la presión y la temperatura, y de las que depende el estado de agregación en que se encontrará la sustancia.

Recordarás que en tu curso de Ciencias II se mencionó que la temperatura tiene un valor acorde con la energía cinética promedio de las partículas de un cuerpo. A mayor temperatura la energía cinética comienza a vencer a las fuerzas intermoleculares y se produce un cambio de estado de agregación.

Veamos algunos ejemplos de elementos y compuestos. El **oxígeno** es un elemento químico cuyas moléculas son diatómicas, pues se componen de dos átomos. Por ello lo representamos como  $O_2$ . Es un gas a temperatura ambiente y presión atmosférica.

El oxígeno está presente en muchos compuestos de importancia para los seres vivos, principalmente en el dióxido de carbono (que es el gas que expiramos en la respiración), formado por dos átomos de oxígeno y uno de carbono ( $CO_2$ ) y en el agua ( $H_2O$ ), formado por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno (figura 2.3).

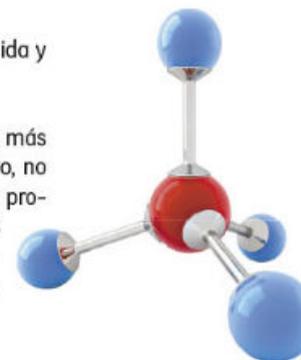


Figura 2.2 Modelo de una molécula y la disposición en el espacio de sus átomos

#### Glosario

**Submicroscópico:** partícula que por su tamaño tan pequeño no puede observarse con el microscopio óptico.

**Nanoscópico:** partículas del orden de nanómetros, es decir,  $10^{-9}$  metros.

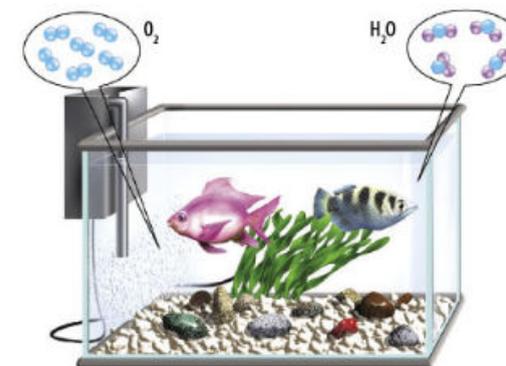
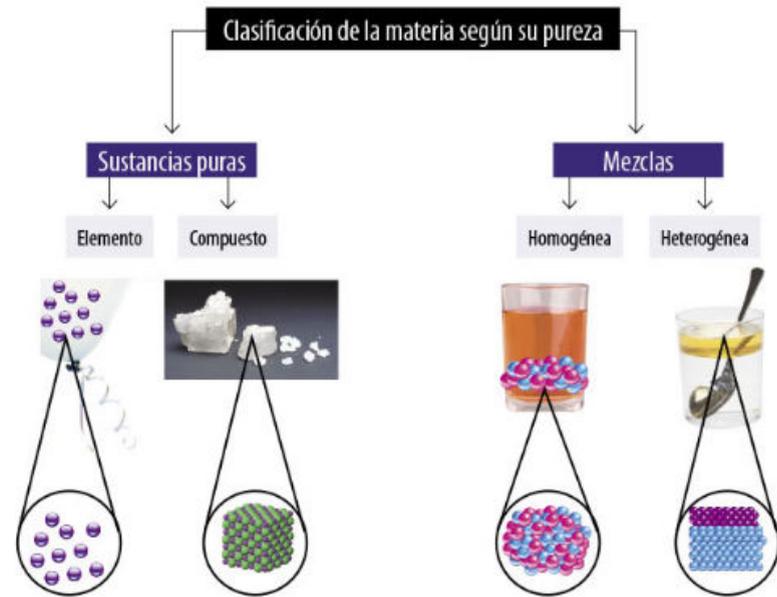


Figura 2.3 El oxígeno molecular (elemento) diluido en el agua (compuesto) es el que respiran los seres acuáticos.

El organizador gráfico de la **figura 2.4** muestra la clasificación de la materia que la considera formada por sustancias puras y mezclas.

**Figura 2.4** Clasificación de la materia. En este esquema se muestra la representación de un elemento (helio), un compuesto (sal), una mezcla homogénea (agua de sabor) y una heterogénea (agua y aceite).



**Figura 2.5** El óxido de hierro que observas es un compuesto. Cada esfera de color representa un átomo distinto.

Asimismo, los óxidos de los metales son compuestos que contienen oxígeno; por ejemplo, el polvo rojizo que ves en los clavos oxidados (**figura 2.5**) se llama **óxido de hierro (III)** y su fórmula química es  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ .



**Activa tus competencias ¡Imagina lo muy chiquito!**

Con esta actividad lograrás representar y diferenciar mezclas, compuestos y elementos con base en el modelo corpuscular.

1. Supón que tienes un microscopio muy potente que te permite ver los átomos y moléculas de sustancias y mezclas. Imagina que usas tu microscopio para ver una muestra de aire y una de agua. Dibuja dentro de los dos cubos cómo "verías" cada material



- Reúnete con tres compañeros para formar un equipo y comparen sus dibujos entre ustedes. Juntos elaboren un solo dibujo que represente las ideas de todos los integrantes.



2. Reúnete con un compañero, lean y comenten la siguiente información.

Como se mencionó en el bloque 1, el aire es una mezcla de gases en la que se encuentran en mayor proporción nitrógeno ( $\text{N}_2$ ) y oxígeno ( $\text{O}_2$ ). Tanto el gas nitrógeno como el gas oxígeno están formados por moléculas diatómicas, son sustancias puras y los podemos representar así:



El agua es un compuesto formado por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno, es una sustancia pura, y se puede representar así:



Recuerden que los postulados del modelo corpuscular nos indican que:

- La materia está formada por partículas muy pequeñas que no podemos ver. Éstas son los átomos y las moléculas.
- Las partículas se mueven de manera continua. Independientemente de cómo veamos la materia y aunque se encuentre en reposo (relativa), las partículas que la componen estarían siempre moviéndose y en continua agitación.
- Entre las partículas no hay absolutamente nada. Sólo hay un espacio vacío.
- De acuerdo con la información anterior ¿le harían cambios al dibujo que hicieron en el segundo cubo? De ser así, elaboren en equipo un cartel con el dibujo que piensen que representa mejor una porción de aire y una porción de agua. Preséntelo a su grupo y profesor.

Hemos mencionado que uno de los componentes del aire es el agua, ¿cómo lo podemos comprobar? Seguramente habrás notado que cuando sacas una lata o botella de jugo o agua del congelador, y la dejas sobre una mesa, al cabo de unos minutos se habrán formado gotas de agua sobre la superficie del recipiente, que formaban parte de la humedad del aire y, al contacto con una superficie fría, se condensaron. En este caso el agua formaba parte de la mezcla llamada aire, y podemos representarla con el modelo corpuscular (**figura 2.6**).

**Figura 2.6** Modelo corpuscular del aire comprimido. Las esferas de distintos colores son moléculas de cada componente. Por ejemplo, el agua se muestra en color rojo.

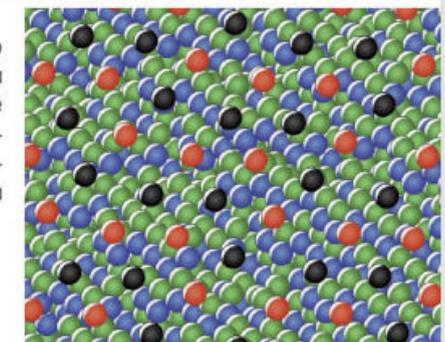




Figura 2.7 El escarabajo de Namib es un animal hidrófilo ya que tiene la capacidad de absorber agua.

**Agua en el aire**

Con el análisis de estas lecturas apreciarás la relación entre el desarrollo de la ciencia y su contexto social.

1. Lee los siguientes textos.

El **escarabajo Namib** habita en zonas donde en ocasiones llueve una vez al año. Para saciar su sed se sitúa de frente al viento, pues así, **gracias a zonas hidrófilas en su espalda** [es decir, que atraen el agua], logra **condensar la humedad** que el aire contiene y de ella extraer el líquido que posteriormente almacenará en su cuerpo. Este complejo sistema fue imitado por Deckard Sorenson, cofundador de NBD Nano, al crear un material con capas hidrófilas e hidrofóbicas, [es decir, que son repelentes al agua]. Cuando una corriente de aire pasa sobre esa superficie se logra condensar el líquido, que queda guardado porque el material tiene la forma de una botella.

"Usamos la nanotecnología para imitar a este escarabajo y poder extraer agua del aire. Vemos que esta solución es aplicable a cualquier situación, ...sabemos que el agua es un recurso importante en el mundo de hoy y queremos intentar solucionar estos problemas", explica Sorenson, según la página *The Next Web* (Figura 2.7).

Tomado de "Crean botella que extrae agua del aire", en *El Universal*, 23 de noviembre de 2012, disponible en <http://www.eluniversal.com.mx/articulos/74931.html> (Consulta: 15 de marzo de 2013).

"¿Sabías que si bien Lima está ubicada en una zona desértica, la humedad del aire puede llegar hasta 98%? Aunque no lo creas, el agua fluye en el ambiente pero le cuesta trabajo caer al suelo y convertirse en líquido.

Fue esta situación que llevó a la Universidad de Ingeniería y Tecnología de Lima (UTEC) a crear un proyecto innovador en Perú. Empeñada en demostrar que a través de la ingeniería se pueden dar soluciones reales a problemas reales, ha creado el primer panel que genera agua potable a partir de la humedad del aire.

El panel consta de cinco máquinas que, mediante un sistema electrónico especial, convierten la humedad ambiental en agua y la desembocan en un caño ubicado al lado. El panel estará disponible durante la temporada de verano y generará 96 litros diariamente, que podrán ser usados por la comunidad aledaña o por los veraneantes que quieran abastecerse de agua potable."

Tomado de "Panel genera agua potable a partir de la humedad del aire en Perú", en *NaturaEcos*, 14 de marzo de 2013, disponible en <http://naturaekos.com.mx/blog/diseño-sustentable/panel-genera-agua-potable-a-partir-de-la-humedad-del-aire-en-peru>. (Consulta: 15 de marzo de 2013).

2. Forma un equipo de tres integrantes y diseñen un prototipo para extraer agua del aire.
- Si es posible, constrúyanlo y muéstrenselo a su profesor y al resto de los compañeros del grupo.

**Intérn@te**

Lee estas noticias relacionadas con los textos:

"Agua de escarabajo": <http://www.redir.mx/SQCS-084a>.

"Algodón captura agua pura del aire": <http://www.redir.mx/SQCS-084b>.

"AIRDROF—Extraer agua del aire": <http://www.redir.mx/SQCS-084c>.

"Extraer agua potable del aire": <http://www.redir.mx/SQCS-084d>.



En esta actividad apreciarás algunas de las propiedades de un elemento y un compuesto.

**Habilidades y actitudes que aplicarás**

Observar, comparar, predecir, clasificar. Manifestarás iniciativa, perseverancia, participación, curiosidad y colaboración.

**Materiales y sustancias**

- Limadura de hierro, azufre, imán, cucharilla de combustión o una cazuela pequeña de barro, mechero.

**Procedimiento**

1. Pongan en una hoja de papel la limadura de hierro y en otra el azufre. Observen sus propiedades cualitativas y registrenlas en su cuaderno (figura 2.8).
2. Deslicen el imán por debajo de cada hoja y anoten sus observaciones (figura 2.9).
3. Junten la limadura de hierro y el azufre en una hoja y pasen el imán por debajo de ella. Observen y anoten.
4. Depositen una cantidad muy pequeña de la mezcla de limadura de hierro y azufre en la cucharilla de combustión y pónganla al fuego. Si es posible, hagan esto en la campana de laboratorio. Si no cuentan con ella, llévenlo a cabo en un área abierta, sin aspirar los vapores de dióxido de azufre que se producen. Registren sus observaciones.
5. Coloquen en una hoja la sustancia que resulte del cambio químico y pasen cerca de ella el imán. Anoten lo observado.

**Análisis de resultados**

1. Diseñen una tabla en la que reporten el contenido de cada una de sus observaciones.
2. Contesten: ¿el azufre y la limadura de hierro presentaron las mismas propiedades después del cambio químico? ¿Y del cambio físico? ¿Cómo lo explican?
3. Escriban sus conclusiones respecto a las propiedades que tiene un elemento aislado, y el mismo elemento, pero formando parte de un compuesto.
4. Compartan sus conclusiones con el grupo.



Tengan cuidado de no quemarse mientras efectúan el experimento. No toquen las sustancias con los dedos.



Figura 2.8 En las cajas de Petri se ven las sustancias iniciales.



Figura 2.9 Procuren mantener extendida la hoja cuando pasen el imán por debajo de ella.

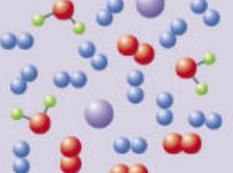
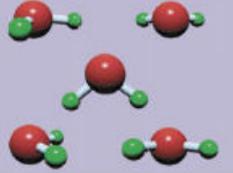
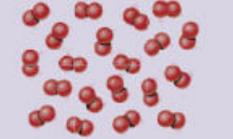
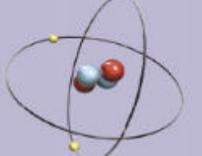


Entreguen a su profesor el azufre y el hierro que sobraron. Desecha en la basura inorgánica el producto que se obtuvo.

### Los materiales y el modelo corpuscular

Como viste en la actividad "Imagina lo muy chiquito", los átomos de distintos elementos se representaron con círculos de diferente color; por ejemplo, el átomo de oxígeno con color rojo, el hidrógeno con verde y el nitrógeno con azul.

En el **cuadro 2.1** se muestran los diferentes niveles de representación que se utilizan en la química: el macroscópico, el submicroscópico o nanoscópico y el simbólico.

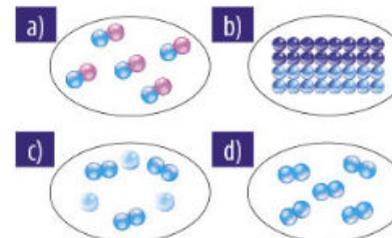
Cuadro 2.1. Representación de una mezcla, un compuesto y un elemento				
Material	Elemento, compuesto o mezcla	Macroscópico	Simbólico	Submicroscópico o molecular
aire	mezcla		$N_2, O_2, Ar, H_2O_{\text{vapor}}$	
agua	compuesto		$H_2O$	
oxígeno	elemento		$O_2$	
helio	elemento		$He$	

Como te diste cuenta, el nivel **macroscópico** corresponde a la información proveniente de nuestros sentidos; por ejemplo, un vaso de agua. El **nivel simbólico** implica formas de expresar conceptos químicos mediante fórmulas y ecuaciones químicas. Por último, el **nivel submicroscópico** se refiere a las representaciones abstractas, en este caso modelos asociados a esquemas de partículas. Por ejemplo, las imágenes de esferitas que se utilizan para describir una sustancia pura.

### RECONOCE LO QUE AHORA SABES

En esta lección aprendiste a diferenciar mezclas, elementos y compuestos. También conociste la manera de representarlos mediante el modelo corpuscular. Este modelo es un primer acercamiento para explicar, por ejemplo, las propiedades de los gases, así como diversos fenómenos cotidianos. Ten presente que el modelo corpuscular es válido para todo tipo de partículas: átomos, moléculas y mezclas de ellos.

1. Relaciona cada inciso con el modelo corpuscular que lo represente y explica en tu cuaderno por qué procediste así.



- ( ) Mezcla heterogénea
- ( ) Elemento
- ( ) Mezcla homogénea
- ( ) Compuesto

2. Piensa cómo le explicarías a un compañero qué es una sustancia. Escribe tu explicación.

3. Marca con un  $\times$  los materiales que consideras que están formados por una sola sustancia.

- |                     |                                 |
|---------------------|---------------------------------|
| Agua de mar ( )     | Disolución de ácido acético ( ) |
| Aire ( )            | Sal ( )                         |
| Agua de limón ( )   | Azúcar ( )                      |
| Leche ( )           | Bicarbonato de sodio ( )        |
| Jugo de naranja ( ) | Jabón en polvo ( )              |

4. Representa con el modelo corpuscular lo siguiente.

- Agua de limón
- Sal
- Azúcar disuelta en agua
- Mezcla de limadura de hierro con azufre
- Humo de incienso que se dispersa en el aire

5. Reúnanse en equipos y hagan lo que se pide.

- Investiguen la composición de los siguientes materiales: azufre, latón, bronce, peltre, potasio, palanqueta, agua de limón, agua dura, amalgamas, amoníaco y etanol.
- Elaboren un cartel con representaciones de las sustancias anteriores en los tres niveles que se muestran en el **cuadro 2.1** de la **página 86**.
- Al terminar, presenten su trabajo al resto del grupo y a su profesor. Hagan una exposición con todos los carteles.

## Lección

## 2

## Estructura de los materiales I

## Modelo atómico de Bohr

## APRENDIZAJES ESPERADOS

- 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.



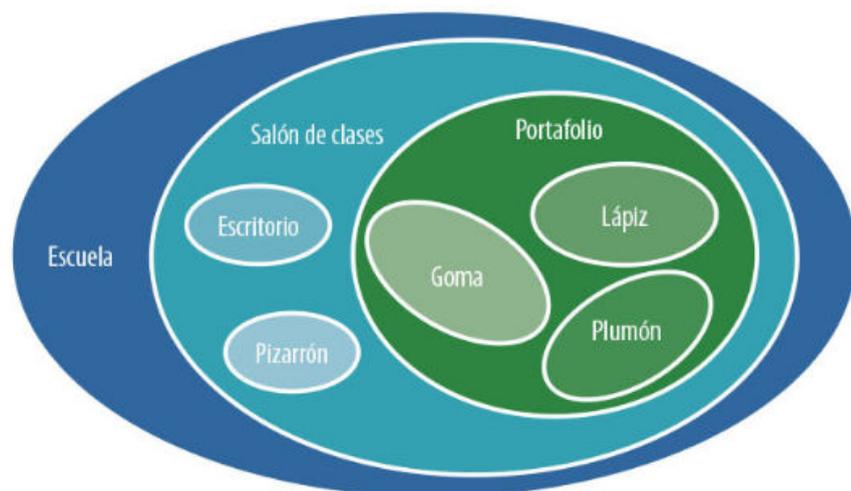
## RECONOCE LO QUE SABES

En tu curso de Ciencias II conociste los modelos atómicos de Dalton, Thomson, Rutherford y Bohr así como sus alcances y limitaciones. En esta lección revisarás las características básicas del **modelo atómico de Bohr**: un núcleo con protones y neutrones, y electrones en órbitas.

Lleva a cabo las siguientes actividades para que conozcas tus ideas acerca de los átomos.

- Con las palabras del rectángulo se elaboró un diagrama que muestra el salón de clases dentro de la escuela y que muestra dentro del salón, el escritorio, el pizarrón y un portafolio. Dentro del portafolio están el lápiz, la pluma y la goma.

salón de clases / escuela / escritorio / goma / portafolio / plumón / lápiz / pizarrón



- Elabora un diagrama similar al anterior, para el caso de una gota de agua, con las siguientes palabras: átomo / neutrón / núcleo / protón / molécula / electrón / gota de agua.
- Haz después otro diagrama similar con las siguientes palabras: átomo / neutrón / célula / núcleo / protón / molécula / corazón / electrón / persona.

- Dibuja la representación de un átomo y nombra cada una de sus partes.

- Subraya la opción que consideres correcta. En cada caso, explica por qué la elegiste.

- Un átomo de hidrógeno y un átomo de oxígeno son:
  - » iguales.
  - » distintos.
- Si la masa del protón fuera como la masa de un melón, la masa del electrón sería como la de:
  - » una semilla de melón.
  - » un mango.
  - » una papaya.
- Y la masa del neutrón sería como la de:
  - » una semilla de melón.
  - » un melón.
  - » dos melones.
- ¿Todos los electrones de un átomo pueden interactuar de la misma manera?
  - » Cierto
  - » Falso

- Al terminar, compara tus respuestas con las de tus compañeros de equipo, lleguen a acuerdos y comuniquen sus resultados al grupo y a su profesor.



## NUEVOS ELEMENTOS

En la actualidad sabemos que el **átomo** es la unidad básica de un elemento y que está formado por un pequeño **núcleo** que alberga **protones** y **neutrones**, mismos que están rodeados por **electrones** en movimiento a su alrededor. Sin embargo, hace poco más de 100 años que la comunidad científica reconoció este modelo.

Como vimos en el bloque I, las teorías cambian a lo largo del tiempo. En algunos periodos, las teorías presentan inconsistencias, es decir, momentos en que algunos científicos consideran que el **modelo científico** prevaleciente no es la respuesta al fenómeno de la naturaleza que se estudia. Además, utilizando los adelantos tecnológicos de cada época cada vez se construyen modelos diferentes y más avanzados. Así, se inician las **controversias científicas** en las que unos grupos de investigadores están a favor del nuevo modelo y otros en contra.

Cuenta la historia que al terminar el curso de Química General de 1923-1924 de la Universidad de Madrid, el catedrático Eugenio Piñerúa, con motivo de su jubilación, escribió acerca de la constitución de las sustancias:

“Todavía no hace más de treinta años que el gran químico alemán Ostwald publicó un artículo esencial titulado “La ruina del atomismo”.

En efecto: los hombres de laboratorio, entregados por entero a trabajos experimentales, se resistieron durante mucho tiempo a creer en la existencia de los átomos. ¿Existen los átomos realmente?, se preguntaban. Y si existen, ¿de qué están constituidos? He aquí la doble cuestión para la que pedían una respuesta satisfactoria.



## Intérn@te

Este libro te interesará: Luis de la Peña, *¿Cómo es un átomo?*, México, Universidad Nacional Autónoma de México, 2005, disponible en <http://www.redir.mx/SQCS-089>.



## Para saber más

“La muerte de las teorías e hipótesis científicas nos revela muchas cosas acerca de la naturaleza de la ciencia. Examinando la historia de las teorías muertas se ve que la adquisición de conocimiento científico es un constante refinar de nuestros instrumentos de observación y de los conceptos con que organizamos los resultados de las observaciones. La ciencia es un edificio en perpetua construcción, es cierto, pero además se construye sobre cimientos cambiantes”.

Tomado de Sergio de Régules, *Las orejas de Saturno y otras crónicas de la ciencia*, México, Paidós, 2003, p. 112.



## Glosario

**Controversia científica:** es la división entre miembros de una comunidad científica debido a que tienen argumentos contradictorios, unos en favor de una teoría y otros en favor de otra.

Vemos pues que reinaba entre los sabios cierto escepticismo en lo tocante a la hipótesis atómica; pero los años 1911 y 1912 marcan el comienzo de un nuevo periodo."

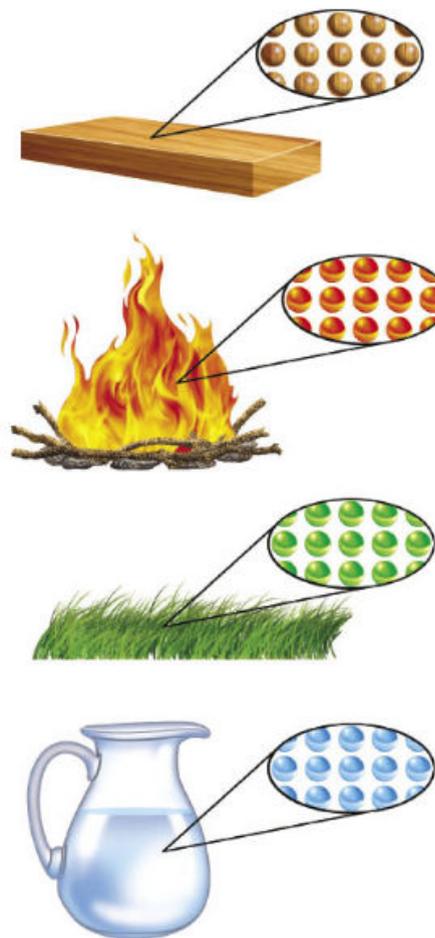


Figura 2.10 Los griegos pensaban que los átomos se comportaban igual que el material del que provenían.

¿Qué crees que ocurrió en esos años? En esa época había una fuerte controversia entre los **atomistas** (los científicos que reconocían al átomo) y los **energetistas** (los científicos que consideraban que los fenómenos de la naturaleza se debían a la energía). Algunas evidencias de esta controversia son las siguientes:

- El profesor de física Wilhelm Ostwald defendía el energetismo y consideraba una ficción la existencia de los átomos.
- Cuando Marcellin Berthelot, un reconocido químico francés, fue ministro de Educación de 1886 a 1887 impidió la enseñanza de la teoría atómica en los centros educativos franceses.
- En 1936, el físico español Blas Cabrera, traductor de la crucial obra de J. J. Thomson, **Electricidad y Materia**, comentó durante una conferencia radiofónica: "Sólo por entonces, cuando agonizaba el siglo XIX y nació el XX, logró demostrarse la existencia de los átomos".

Si tienes en cuenta que Cabrera y otros científicos contemporáneos aprendieron la teoría energetista, podrás entender lo siguiente que escribió:

"Ninguna generación se ha visto en una situación tan conflictiva, ya que nos vimos obligados a aceptar lo que enseñaban los filósofos griegos hace 2 500 años, algo tan lejano al saber que nuestros profesores nos enseñaban en las aulas universitarias. Con ello mi generación ha ganado que se le reconozca una flexibilidad intelectual que acaso no aprecien bastante quienes no se han visto nunca precisados a realizar este difícil ejercicio de acrobacia mental."

Este comentario se refiere a que desde el siglo V a. n. e., **Leucipo** y su discípulo **Demócrito** desarrollaron la teoría de que la materia se compone de partículas indivisibles, a las que llamaron **átomos** (figura 2.10).

A continuación se mencionan los sucesos más notables relacionados con la historia de la elaboración del modelo atómico. Fíjate bien en las fechas y en la manera como una idea, descubrimiento o concepto, llega a ser el cimiento sobre el que se construye otro más innovador. Así la ciencia ha avanzado día con día.

### Siglo V a. n. e.

Hace más de 2 400 años, los griegos, Leucipo y Demócrito, pensaban que el Universo estaba constituido por **partículas indivisibles, eternas e indestructibles**, que se encontraban en movimiento en el vacío infinito y que diferían entre sí únicamente por sus dimensiones, forma y posición. Precisamente eran esas diferencias las que explicaban las propiedades de las diversas sustancias. Es importante hacer notar que fue la primera vez que se habló del **vacío**.

**Demócrito** (460-370 a. n. e.) nació en Abdera. Profesaba la máxima: "Es preciso aspirar, no a la plenitud de la ciencia, sino a la plenitud de la inteligencia" (figura 2.11).

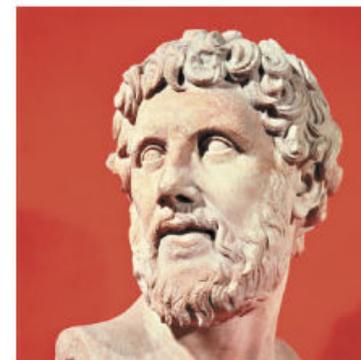


Figura 2.11 Demócrito.

**Te preguntarás por qué las ideas de los atomistas quedaron relegadas por varios siglos.**

Las ideas de Demócrito, aunque innovadoras en su tiempo, sólo eran suposiciones que no podía comprobar.

Entre los grandes filósofos griegos de esa época estaban Aristóteles y Platón. Para Aristóteles (384-322 a. n. e.) la **materia** estaba formada por cuatro elementos: **tierra, aire, agua y fuego** (figura 2.12), a los cuales añadió el **éter**, que ocupa el espacio entre los elementos. Con estas ideas es fácil pensar por qué Aristóteles niega la teoría de Demócrito, ya que aun cuando lo cita con frecuencia y con respeto, en realidad lo ataca.

Por su lado, Platón (427-347 a. n. e.) no mencionó a Demócrito, aunque en ciertos pasajes parece que también lo ataca. Por esto se dijo que en un momento de resentimiento, Platón quiso comprar todos los escritos de Demócrito para quemarlos.

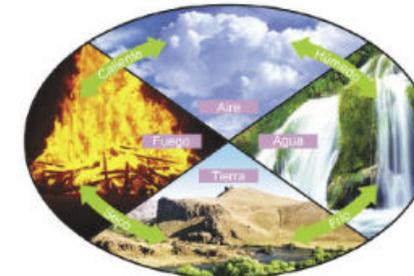


Figura 2.12 Los cuatro elementos de la materia, según Aristóteles.

**¿Te imaginas cómo habría evolucionado la ciencia si las ideas de Demócrito se hubieran tenido en cuenta en esa época?**

### 1803

En 1803 **John Dalton** (figura 2.13) consideró lo siguiente:

- El átomo es un corpúsculo indivisible.
- Los átomos del mismo elemento son todos iguales entre sí.
- Los átomos de un elemento son diferentes de los átomos de otros elementos.
- Al combinarse, los átomos lo hacen en proporciones definidas y de números enteros.



Figura 2.13 John Dalton

El **modelo de Dalton** resultó ser insuficiente, ya que afirmaba que los elementos en estado gaseoso eran monoatómicos (figura 2.14). Él aseguraba que la fórmula del agua era HO.

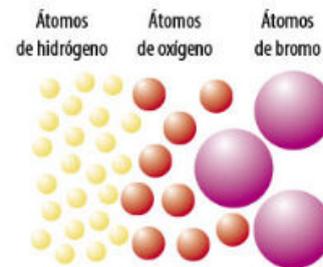


Figura 2.14 Modelo de átomos de tres elementos, de acuerdo con las ideas de Dalton.

Después, hubo una serie de descubrimientos sorprendentes que hicieron evidente que los átomos tienen una estructura interna.

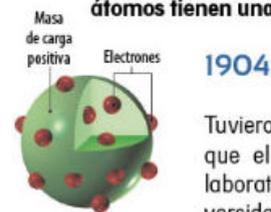


Figura 2.15 Modelo de Thomson.

Tuvieron que pasar 100 años para que el grupo de científicos de los laboratorios Cavendish, en la Universidad de Cambridge, liderado por **Joseph John Thomson**, presentara en 1904 el **modelo del "pudding con pasas"** (figura 2.15), en el que se consideraba que el átomo estaba formado por partículas de carga eléctrica negativa (electrones), uniformemente distribuidas en una esfera sólida de electricidad positiva.

Para llegar a este acontecimiento, se utilizó el **tubo que William Crookes** fabricó en 1895 (figura 2.16). El **descubrimiento del electrón** constituyó un gran paso en el conocimiento de la estructura interna del átomo y con ello se demostró que no son indivisibles, pues se componen de varios tipos de partículas elementales.



Figura 2.16 Tubo de Crookes usado por J. J. Thomson en uno de los experimentos efectuados para descubrir el electrón.

**Thomson** (figura 2.17) era un gran científico, pero sus habilidades en el laboratorio no eran muy buenas, por ello sus alumnos preferían que él les explicara para después hacer el trabajo experimental por ellos mismos. En 1906, Thomson recibió el premio **Nobel de Física** y después siete de sus alumnos lo obtuvieron también.

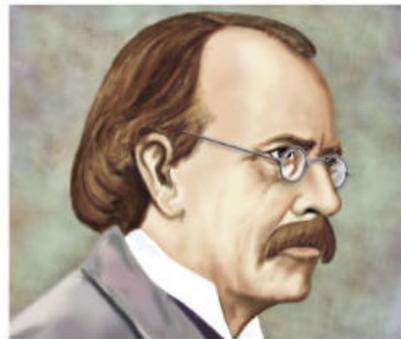


Figura 2.17. Joseph John Thomson.

1911

En 1911, **Ernest Rutherford**, quien entonces trabajaba en la Universidad de Manchester, explicó que dentro del átomo había una región donde se concentraba prácticamente toda la masa atómica y la carga eléctrica positiva, a la que denominó **núcleo**, y alrededor de la cual giraban los **electrones** con carga eléctrica negativa (estos últimos con una masa muy pequeña en comparación a la del núcleo). Además, consideraba que el número de electrones era suficiente para equilibrar la carga positiva del núcleo. El modelo de Rutherford es conocido como el **"modelo planetario"** (figura 2.18).

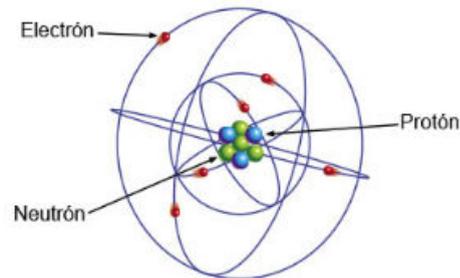


Figura 2.18 Modelo atómico de Rutherford.



Figura 2.19 Ernest Rutherford.

Los antecedentes de este modelo datan de 1895, cuando **Ernest Rutherford** (figura 2.19) ingresó a la Universidad de Cambridge para trabajar con su tutor de tesis doctoral, J. J. Thomson, en los laboratorios Cavendish (figura 2.20). Ahí estudió el efecto de los **rayos X** sobre un gas.

En 1907, Rutherford entró a trabajar como profesor en la Universidad de Manchester y junto con sus alumnos Johannes Geiger y Ernest Marsden descubrió el **núcleo atómico**, ¡por lo que ganó el premio Nobel de Química, cuando él era físico!

Tiempo después, Rutherford dirigirá el trabajo posdoctoral de otro gran científico en la Universidad de Manchester: Niels Bohr.



Figura 2.20 En la Universidad de Cambridge se encuentran los laboratorios Cavendish, que hicieron época por la relevancia de las investigaciones que allí se efectuaban y por la excelencia de sus directores científicos: Joseph John Thomson y Ernest Rutherford.

1913

En 1912, **Niels Bohr** (figura 2.21) ingresó al laboratorio de Rutherford en Manchester. El problema al que se dedicó fue el de la **estabilidad del átomo**. En esa época se pensaba que el movimiento del electrón en la periferia del núcleo terminaría describiendo órbitas en espiral hasta que finalmente el electrón se precipitara contra él.

También se interesó por las implicaciones del núcleo atómico y la distribución de los electrones,

y en las propiedades físicas y químicas de los diferentes elementos. Bohr pensaba que las propiedades físicas y químicas se debían al sistema electrónico exterior.



Figura 2.21 Niels Bohr.

En el año de 1913, Bohr presentó su trabajo **Sobre la Constitución de Átomos y Moléculas**, en el que propuso un modelo (figura 2.22) que explicaba la estructura atómica y fundamentaba su teoría con base en la teoría cuántica de **Max Planck**. Bohr se basó en los siguientes postulados:

- Los electrones en los átomos se mueven alrededor del núcleo en órbitas circulares.
- Cuando los electrones se mueven en órbitas, no absorben ni desprenden energía.
- Los electrones pueden pasar de un nivel de menor energía a otro de mayor energía o viceversa.
- Cuando los electrones absorben o desprenden energía lo hacen en cantidades unitarias llamadas **cuantos**.

El modelo atómico de Bohr, sin embargo, tuvo algunas limitaciones:

- Describe órbitas circulares para el electrón.
- Pensaba que la masa del núcleo es infinita con respecto a la del electrón, pero en realidad la masa del núcleo del hidrógeno (un protón) es 1 840 veces mayor que la del electrón.

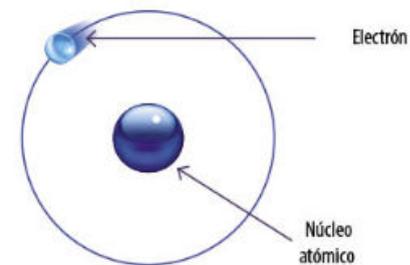


Figura 2.22 Modelo de Bohr.

Después de 1913, científicos como **Louis de Broglie**, **Werner Heisenberg**, **Arnold Sommerfeld** y **Erwin Schrödinger** siguieron trabajando en la misma línea de investigación y llegaron al **modelo cuántico**, que seguramente conocerás en tus siguientes cursos de química.



Activa tus competencias Las inquietudes de los científicos

Con esta actividad pretendemos que reflexiones acerca de lo que sabes de los modelos atómicos que han despuntado a lo largo de la historia.

- Con base en el modelo atómico de Bohr, contesta en tu cuaderno las siguientes preguntas:
  - ¿En qué año se propuso este modelo y quiénes lo propusieron?
  - ¿Qué ocurría en esa época y qué adelantos científicos y tecnológicos los condujo a postular el modelo antes mencionado?
  - ¿Por qué supones que los científicos se tardaron tantos años en construir ese modelo?
- Comenta con tus compañeros la importancia del trabajo en equipo y la de considerar los conocimientos precedentes para generar modelos científicos que representen de manera más fiel la realidad.

Estructura interna del átomo y los electrones de valencia

En 1932, **James Chadwick** descubrió otra partícula subatómica: el **neutrón**. Éste tiene una masa parecida a la de los protones. Si unimos todas las contribuciones de los científicos hasta esa época, se tiene un **modelo atómico** formado por un **núcleo**, que contiene a los **protones de carga positiva (+)** y a los **neutrones (sin carga)**, y alrededor del cual, girando en **órbitas**, se encuentran los **electrones de carga negativa (-)**.

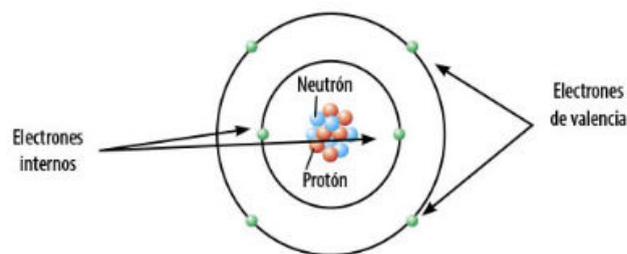


Figura 2.23 Estructura interna del átomo. Se observan los protones y neutrones en el núcleo atómico, y los electrones en las órbitas.

Todavía falta resolver dos preguntas: ¿por qué hay tantas sustancias diferentes? y ¿cómo se unen los átomos para formar moléculas?

En la figura 2.23 se observan los electrones internos, que están más cerca al núcleo, son atraídos hacia él y no interactúan con los electrones de otros átomos. Se encuentran en la última órbita los electrones externos

llamados **electrones de valencia**. Éstos son menos atraídos por el núcleo atómico, por lo que pueden interactuar con los núcleos de otros átomos y son los responsables en la formación de enlaces o uniones que se dan entre los átomos.

Así que, la variedad de sustancias se debe a la unión de los átomos por medio de enlaces y estos últimos se deben a los electrones de valencia.

Bohr trabajó con el átomo más sencillo posible, el de hidrógeno, que tiene solamente un protón en el núcleo y un electrón girando alrededor de él en una capa concéntrica llamada **órbita**.

A partir de sus investigaciones se pudo plantear el modelo de **capa de electrones**, en el que dependiendo del elemento habrá determinado número de protones en el núcleo y electrones en las órbitas. En un átomo, el número de protones de carga positiva será igual al número de electrones de carga negativa. Por ejemplo, el litio (figura 2.24) tiene en su núcleo tres protones (color rojo) y tres neutrones (color azul), y a su alrededor se encuentran tres electrones (color negro), dos de éstos se localizan en la órbita más cercana al núcleo y un **electrón de valencia** en la segunda órbita.

Cada una de las órbitas o capas puede contener un número máximo de electrones: 2, 8, 18 y 32, en las primeras cuatro capas. Los electrones de valencia, los electrones presentes en la última capa electrónica, definen el número de enlaces que un átomo puede formar.

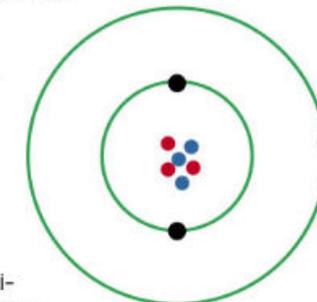


Figura 2.24 Estructura interna del litio (Li).

Número atómico y masa atómica

Como vimos en la primera lección de este bloque, los elementos están constituidos por átomos iguales ¿Pero qué es lo que los hace iguales? ¿Cómo sabemos que unos átomos conforman un elemento y no otro?

Tenemos dos parámetros que nos ayudan a identificar a los átomos: el número de protones y el número de neutrones que contienen. Veamos de qué se trata.

Ahora que ya conoces la estructura interna del átomo, sabes que hay cierta cantidad de protones en el núcleo del mismo. Este número es distintivo para cada átomo, se conoce como **número atómico** y se representa con la letra **Z**. Esto quiere decir que para el hidrógeno (H)  $Z=1$ , para el helio (He)  $Z=2$  y para el litio (Li)  $Z=3$ .

Si sumamos el número de protones (**Z**) al de neutrones presente en el núcleo de un átomo, obtenemos la **masa atómica**, simbolizado por la letra **A**. El número de neutrones lo podemos representar por la letra **n**, por lo que  $A=Z+n$ .

$$\begin{aligned} \text{Número atómico (Z)} &= \text{número de protones} \\ \text{Masa atómica (A)} &= \text{número de protones} + \text{número de neutrones} \end{aligned}$$

$$A = Z + n$$

Por ejemplo, para el caso del níquel (Ni) los valores de **Z**, **A** y **n** son:

$$Z = 28 \quad A = 59 \quad n = 59 - 28 = 31$$

y para el plomo (Pb):

$$Z = 82 \quad A = 207 \quad n = 207 - 82 = 125$$



Para saber más

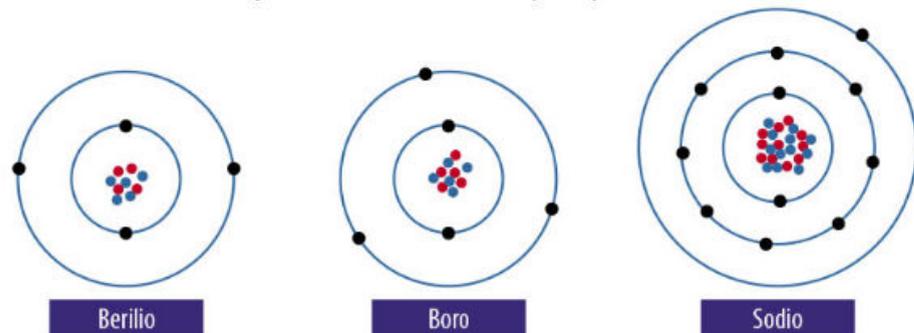
El **átomo** es un objeto prácticamente **vacío**. Si tuviera el tamaño de un campo de fútbol, el núcleo estaría situado en el centro y tendría el tamaño de una canica de 1 cm de diámetro, y los bordes del campo serían la distancia a la que estarían girando los electrones.



Activa tus competencias El interior del átomo

En esta actividad identificarás los protones, neutrones, electrones, electrones de valencia, número atómico y masa atómica de algunos elementos.

1. Observa con atención los siguientes modelos atómicos y completa la tabla.



Elemento	Protones	Neutrones	Electrones	Electrones de valencia	Número atómico (Z)	Masa atómica (A)
Berilio (Be)				2		
Boro (B)						10
Sodio (Na)		12				



RECONOCE LO QUE AHORA SABES

Los modelos se han construido a lo largo de la historia con las aportaciones de muchos científicos, quienes los mejoran a medida que se desarrolla la ciencia y se encuentran nuevas explicaciones a los hechos.

A pesar de que el modelo atómico de Bohr es conocido desde hace 100 años y tiene serias limitaciones, todavía se emplea para describir muchos fenómenos de la naturaleza de dimensión microscópica.

Ahora te invitamos a que te autoevalúes sobre lo que aprendiste en esta lección llevando a cabo estas actividades.

1. Revisa los diagramas que elaboraste en la sección "Reconoce lo que sabes", ¿qué relación encuentras entre ellos y el modelo atómico?

Con base en la información de las páginas 91 a 93, elabora un breve resumen acerca de la evolución de los modelos atómicos.

2. Describe con tus propias palabras la función de los electrones de valencia.

3. Dibuja la estructura interna de un átomo de hidrógeno, de uno de bromo y de uno de potasio. Identifica las diferentes partículas contenidas en cada átomo.

Intérn@te

Conoce cómo era el laboratorio Cavendish de la Universidad de Cambridge, en donde se hicieron los descubrimientos más importantes sobre el átomo:  
<http://www.redir.mx/SQCS-096>.

## Estructura de los materiales II

### Enlace químico

Lección 3

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).



RECONOCE LO QUE SABES

En la lección anterior estudiaste cómo han cambiado los modelos atómicos a lo largo de la historia y te diste cuenta de que conforme ha habido avances en la tecnología, se han encontrado partículas subatómicas cada vez más pequeñas. Ahora aprenderás cómo se representan por medio de **símbolos** los elementos, las moléculas, los átomos y iones (aniones y cationes).

Completa en tu cuaderno la siguiente tabla. Escribe la cantidad de electrones que debe haber en cada órbita de los elementos y dibuja su estructura interna. Observa los ejemplos que se te dan: oxígeno (O) y neón (Ne).

Elemento	Símbolo del elemento	Número atómico	Órbita			Dibujo
			1ª	2ª	3ª	
Oxígeno	O	8	2	6	0	
Flúor	F	9	2	7	0	
Neón	Ne	10	2	8	0	
Sodio	Na	11				
Magnesio	Mg	12				
Aluminio	Al	13				

- Compara los dibujos que hiciste con el del neón (Ne). ¿Encuentras alguna diferencia? ¿Cómo la explicas?

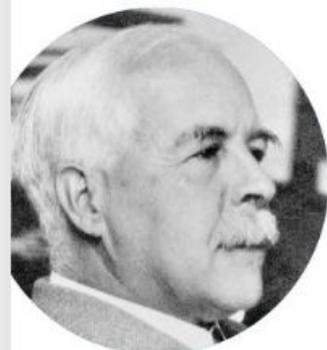


Figura 2.25 Gilbert N. Lewis (1875-1946)

### Antecedentes históricos del modelo de Lewis-Langmuir

Desde el momento en el que se pensó que algunas de las partículas que componían las sustancias estaban conformadas por átomos unidos, se empezó a especular acerca de que los átomos tenían la capacidad de enlazarse y acerca de la manera en cómo **se unían** para formar **compuestos**. Sin embargo, era poco lo que se podía avanzar sin conocer la estructura atómica.

A partir de que los **electrones** fueron identificados, se concibió el **enlace químico** de una manera diferente: en ella los electrones eran los causantes directos de este enlace. En 1904, el químico alemán **Richard Abegg** fue el primero en relacionar la **valencia química** con la **distribución de los electrones** en el átomo; desde entonces se entiende por **valencia de un átomo** el número de electrones de su **capa más externa**.

Recordarás que en 1904, **Thomson** propuso un **modelo atómico** en el que los electrones se encontraban distribuidos en capas o anillos alrededor del centro de la esfera de carga positiva, y únicamente los del anillo más externo estarían involucrados en un enlace. Concluyó que debería haber una repetición periódica de las estructuras de los anillos más externos y que los gases nobles deberían tener este anillo completo.

Por la misma época (en 1916), el fisicoquímico estadounidense **Gilbert N. Lewis** (figura 2.25) estableció la teoría del **enlace químico por compartición de pares de electrones**. En su artículo, Lewis dio a conocer su teoría de la estructura atómica externa, en la que representó a los electrones de la capa más externa del átomo (un máximo de ocho electrones en alusión a la ley de valencia de Abegg), en las aristas de un cubo (figura 2.26). Por ello, está se denominó como la **teoría del cubo**.

Este modelo tuvo limitaciones, pues no resultaba útil para explicar la formación de los enlaces triples en las moléculas. Sin embargo, históricamente es importante, pues en su momento ayudó a entender cómo se forman los enlaces químicos.

Por otra parte, en 1919, el físico y químico estadounidense **Irving Langmuir** (figura 2.27) participó en la elaboración del sistema para calcular el número de electrones de valencia presentes en una molécula. Por esta aportación, se denomina a este sistema como **modelo de Lewis-Langmuir**.



Figura 2.27 Irving Langmuir (1881-1957)

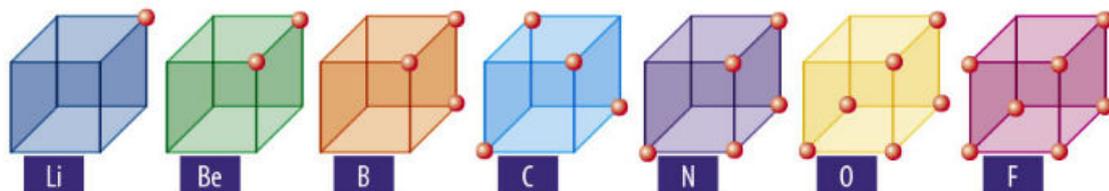


Figura 2.26 Representación de algunos elementos químicos de acuerdo con la teoría del cubo de Lewis.



### NUEVOS ELEMENTOS

Probablemente has frotado un globo inflado en tu cabello y cuando lo acercaste a la pared se quedó pegado. ¿A qué crees que se debe esto?

Recuerda, los electrones de valencia son los que se encuentran en la órbita externa del átomo y participan en la formación de compuestos, es decir, en la unión de los átomos, lo que constituye el **enlace químico**.

### Estructura de Lewis y el enlace químico

En el año de 1916, Gilbert Lewis planteó que los átomos interactuaban entre sí por medio de los electrones de valencia y estableció la **regla del octeto** que señala que los átomos son más estables si tienen llena su capa de valencia, como por ejemplo, los gases nobles: neón (Ne), argón (Ar), kriptón (Kr) y xenón (Xe).

De acuerdo con lo anterior, los átomos con menos de ocho electrones en la última órbita se enlazan para compartir electrones y completar el octeto. A esta teoría se le conoció como **enlace por la compartición de electrones**. En el caso del sodio (Na), el magnesio (Mg) y el aluminio (Al), éstos tienen respectivamente 1, 2 y 3 electrones de valencia y sus átomos tienden a ceder estos electrones externos para obtener la estructura más estable. Además, Lewis propuso usar el símbolo de cada elemento químico y puntos para representar los electrones de la última órbita. Un par de electrones compartidos o de enlace se representan con una línea.



Veamos algunos ejemplos. El flúor ( $F_2$ ) tiene siete electrones de valencia, así que para completar su octeto, comparte uno de sus electrones con otro átomo de flúor para formar lo que se conoce como **enlace covalente**:



El oxígeno ( $O_2$ ), un gas que se presenta en el aire, es una molécula diatómica. Observa que para que cada uno de los dos átomos de oxígeno complete su octeto requieren compartir entre ellos dos pares de electrones. A esto se le conoce como **doble enlace**:



### Para saber más

La tendencia de los átomos para **ganar** o **perder** sus **electrones de valencia** está relacionada con la adquisición de la estructura más estable: la del **octeto**.

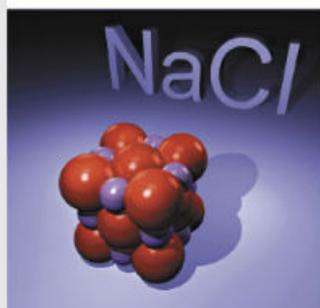


Figura 2.28 Modelo de la estructura cristalina del cloruro de sodio. Las esferas rojas representan al cloro y las moradas, al sodio.

Las estructuras de Lewis también son útiles para representar moléculas cuyos átomos son de elementos diferentes entre sí, como en el caso del cloruro de sodio, cuya fórmula química es NaCl (figura 2.28):

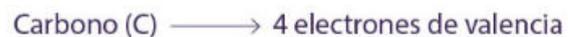


Para desarrollar los modelos de Lewis se debe seguir un procedimiento sencillo. Lo primero es saber cuántos son los electrones de valencia que poseen los átomos. En el cuadro 2.2 se muestran las valencias de varios elementos. Nota que el hidrógeno (H) y el helio (He) sólo tienen 1 y 2 electrones de valencia respectivamente, por lo que no cumplen la regla del octeto.

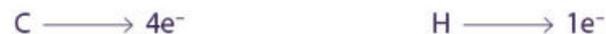
Cuadro 2.2 Electrones de valencia de algunos elementos químicos					
Elemento (símbolo)	Electrones de valencia	Elemento (símbolo)	Electrones de valencia	Elemento (símbolo)	Electrones de valencia
hidrógeno (H)	1	aluminio (Al)	3	oxígeno (O)	6
sodio (Na)	1	carbono (C)	4	azufre (S)	6
potasio (K)	1	silicio (Si)	4	flúor (F)	7
magnesio (Mg)	2	nitrógeno (N)	5	cloro (Cl)	7
calcio (Ca)	2	fósforo (P)	5	neón (Ne)	8
boro (B)	3	helio (He)	2	xenón (Xe)	8

Ahora te explicaremos cómo construir un modelo de Lewis. Tomemos como ejemplo la estructura del compuesto metano, cuya fórmula química es CH<sub>4</sub>.

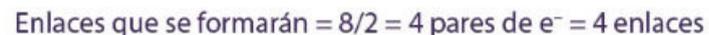
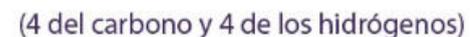
Consulta el cuadro 2.2 y determina el número total de electrones de valencia de los átomos que forman la molécula, es decir, carbono e hidrógeno:



Cuenta el número de electrones de valencia que se repartirán entre todos los átomos:



Como son cuatro átomos de H, entonces:



Coloca los pares de electrones uniendo los símbolos de los elementos: el carbono (C) con cuatro pares y cada hidrógeno (H) con un par, es decir, cada átomo de H compartirá un par de electrones con el átomo de carbono. Así, cada uno de los cuatro pares de electrones del C representa un enlace con cada uno de los átomos de H.



Metano

En este ejemplo se consideró la suma de todos los electrones de valencia de todos los átomos presentes en la molécula de metano. Cada enlace se forma con dos electrones que comparten el carbono y el hidrógeno, de modo que hay cuatro enlaces, cada uno de estos enlaces está entre cada uno de los cuatro núcleos atómicos del H y el núcleo atómico del C. Así, el carbono está rodeado por ocho electrones y cada hidrógeno por dos, como requieren las reglas de la estructura de Lewis.

Para que te quede muy claro cómo hacer modelos de Lewis, aquí hay otro ejemplo: el del cloruro de aluminio, de fórmula AlCl<sub>3</sub>.

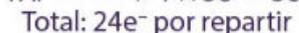
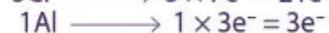
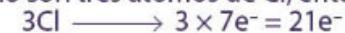
Revisa de nuevo el cuadro 2.2 de la página 100 e identifica el número de electrones de valencia del átomo de aluminio y el número de electrones de valencia del átomo de cloro:



Cuenta el número de electrones de valencia que se repartirán entre los átomos.



Como son tres átomos de Cl, entonces:



Coloca los pares de electrones, uniendo los símbolos de los elementos: el aluminio (Al) con sus tres electrones y cada cloro (Cl) con siete electrones.



Cloruro de aluminio

Para saber más

El metano (figura 2.29) es el producto final de la putrefacción anaeróbica de las plantas. Muchos microorganismos anaeróbicos (que son los que no requieren oxígeno para respirar) lo generan a partir del CO<sub>2</sub>.

El metano es un gas combustible que constituye más del 90% del gas natural. Cuando se produce en las minas es muy peligroso, ya que ocasiona explosiones.



Figura 2.29 Modelo de esferas de la molécula de metano. La esfera roja representa al átomo de carbono; las azules, átomos de hidrógeno, y las barras blancas, los enlaces.

Intérn@te

Si deseas conocer algunos de los aniones y cationes más comunes revisa este sitio: <http://www.redir.mx/SQCS-102a>.

Aprende más sobre enlaces químicos: <http://www.redir.mx/SQCS-102b>.

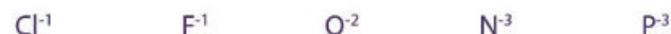
¿Por qué se fracturan los materiales?: <http://www.redir.mx/SQCS-102c>.

Constructor de átomos e iones: <http://www.redir.mx/SQCS-102d>.

**Formación de iones**

Los átomos pueden ganar o perder electrones y como el número de electrones ya no es igual al número de protones presentes en el núcleo, adquieren carga eléctrica. A estos átomos con carga se les denomina **iones**. Si un átomo pierde electrones adquiere carga positiva y se le llama **catión**, y si los gana, adquiere carga negativa y se le llama **anión**.

Algunos aniones comunes son:



Algunos cationes comunes son:



Por ejemplo, el átomo de sodio ( $Z = 11$ ) pierde fácilmente el electrón de valencia, quedando con un total de 10 electrones. Así, se convierte en el catión sodio ( $\text{Na}^+$ ). Este catión tiene carga eléctrica positiva por tener un protón más que el total de electrones que tiene al perder el electrón de valencia. En el caso del átomo de cloro ( $Z = 17$ ), éste tiende a ganar un electrón, quedándose con un total de 18 electrones, y transformándose así en el anión cloruro ( $\text{Cl}^-$ ). Este anión adquiere carga eléctrica negativa por tener un electrón más que el total de protones que no cambia.

**RECONOCE LO QUE AHORA SABES**

La manera en que los átomos se enlazan influye mucho en las propiedades físicas y químicas de las sustancias. Uno de los descubrimientos más importantes fue el saber que los electrones de valencia son los responsables de que se formen los enlaces químicos. Una manera de representar estos últimos es mediante el modelo de Lewis.

**Comprueba lo que has aprendido. Haz equipo con dos compañeros y en su cuaderno hagan las estructuras de Lewis que se indican en el siguiente cuadro.**

Algunos elementos, moléculas, átomos e iones (aniones y cationes)				
$\text{H}_2$ hidrógeno	He helio	$\text{N}_2$ nitrógeno	$\text{O}_2$ oxígeno	$\text{H}_2\text{O}$ agua
NaCl cloruro de sodio	$\text{MgCl}_2$ cloruro de magnesio	$\text{BCl}_3$ cloruro de boro	$\text{Cl}_2$ ión cloruro	$\text{Br}_2$ bromo
$\text{Na}^+$ ión sodio	$\text{Mg}^{2+}$ ión magnesio	$\text{Al}^{3+}$ ión aluminio	$\text{Ca}^{2+}$ ión calcio	$\text{H}^+$ ión hidrógeno
KBr bromuro de potasio	Mg magnesio	$\text{Br}^-$ ión bromuro	$\text{Cl}^-$ ión cloruro	$\text{K}^+$ ión potasio
K potasio	$\text{CCl}_4$ tetracloruro de carbono	CaO óxido de calcio	$\text{O}^{2-}$ ión oxígeno	$\text{Br}_2\text{O}_3$ trióxido de bromo
$\text{SiO}_2$ dióxido de silicio	$\text{NH}_3$ amoníaco	HF ácido fluorhídrico	Al aluminio	Na sodio

- Elaboren un cartel para presentar sus modelos a los otros equipos.

**¿Cuál es la importancia de rechazar, reducir, reusar y reciclar los metales?**

Propiedades de los metales. Toma de decisiones relacionada con: rechazo, reducción, reuso y reciclado de metales

Lección 4

**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, reuso y reciclado.

**RECONOCE LO QUE SABES**

En tus clases de Historia has estudiado que las civilizaciones humanas existen sobre la Tierra desde hace 12 000 años aproximadamente y, que a lo largo de todo ese tiempo, han utilizado diversos materiales para elaborar objetos útiles. El uso de estos materiales ha constituido un criterio para dividir la historia en periodos. En la Edad de Piedra, las armas y herramientas eran principalmente de piedra, aunque también se utilizaban el hueso y la madera.



Figura 2.30. El bronce es una aleación de cobre y estaño.

Después inició la Edad del Cobre, durante la cual se desarrolló la tecnología del metal fundido. Siguió la Edad del Bronce (figura 2.30) y muchos años más tarde comenzó la Edad del Hierro, material que por su dureza y abundancia fue más utilizado que el bronce.

Para muchos autores, a partir de los inicios del siglo xx hemos vivido la Edad del Plástico, dado el reemplazo de muchos materiales tradicionales por diferentes tipos de plásticos. Sin embargo, en la realidad vivimos una maravillosa Edad de los Materiales (poliméricos, cerámicos y metálicos) en la que la tecnociencia ha logrado crear materiales especiales para cubrir nuestras necesidades. ¿Y hoy? Sin duda, no podríamos vivir sin todos los aparatos electrónicos que son fabricados con materiales como los semiconductores y superconductores.

1. Haz las siguientes actividades en tu cuaderno:

- Anota una lista con todos los metales que conozcas.
- Nombra cinco objetos que se utilicen en tu comunidad, que estén elaborados con metales o que tengan partes metálicas. ¿En qué o para qué los usan? ¿Qué características de los metales los hacen útiles para los usos que has mencionado?
- Piensa si alguno de los metales que has nombrado es usado desde la Prehistoria. Si tu respuesta es positiva, anota por qué crees que se utilice hasta la fecha y si su uso es el mismo que antes.
- Escribe cuáles son las propiedades y comportamientos físicos que supones caracterizan a un metal.

2. Al terminar compara tus respuestas con las de tus compañeros de equipo. Lleguen a acuerdos y comuniquen sus resultados al grupo y a su profesor.

Intérn@te

Te recomendamos esta obra: Guillermo Aguilar Sahagún, *El hombre y los materiales*, México, fce, 1997 (La ciencia para todos) disponible en <http://www.redir.mx/SQCS-103a>.

¿Quieres saber algo más sobre la Edad del Plástico? <http://www.redir.mx/SQCS-103b>.

<http://www.redir.mx/SQCS-103c>.



Figura 2.31 Yodo, un no metal.

**NUEVOS ELEMENTOS**

De los 94 elementos químicos que se han encontrado en la naturaleza, 17 son no metales (figura 2.31), 8 son metaloides, también llamados semimetales, y todos los demás son metales. Pocos elementos químicos y también pocos metales se encuentran en la naturaleza como **substancias simples**, es decir, en su **estado nativo**.

Entre los metales que se han encontrado como elementos en **estado nativo** están el oro (Au) (figura 2.32) y la plata (Ag). Ambos han sido codiciados por la humanidad a lo largo de la historia. El cobre (Cu) también ha sido importante desde su descubrimiento, al grado de que por su abundancia y utilización se nombró a una época con su nombre. Por lo general, los metales se encuentran formando compuestos, como parte de los minerales. Por ejemplo, el hierro (Fe) se presenta en la naturaleza en compuestos como:

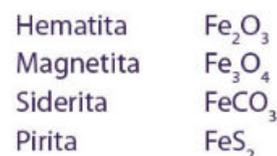


Figura 2.32 Oro, un metal.

La **metalurgia extractiva** estudia el conjunto de operaciones y procesos para obtener los metales a partir de sus minerales. En general, estas actividades requieren una gran cantidad de energía (figura 2.33). La ciencia e ingeniería de los materiales metálicos estudia todos los aspectos asociados con el comportamiento y las propiedades de los metales, así como la relación entre su composición y estructura con los procedimientos de manufactura.

**Características de los metales**

Las características de los metales cambian cuando forman aleaciones con otros metales. Es muy común llamar **metales** tanto a los elementos que si son metales como a sus **aleaciones**. Es posible que encuentres al bronce, latón o acero, bajo lo denominación de *metales*.

Algunos ejemplos de aleaciones son:

- Bronce:** cobre con estaño
- Latón:** cobre con cinc
- Duraluminio:** aluminio y cobre
- Acero:** hierro con carbono
- Alpaca:** cinc y níquel
- Peltre:** estaño, cobre, plomo y antimonio
- Oro blanco:** oro con plata, paladio o níquel

Los metales **conducen la electricidad**. Una de las teorías que intenta explicar esta propiedad menciona que los electrones de valencia de los átomos de los metales se mueven alrededor de todos los núcleos atómicos y se crea una nube de electrones. La capacidad de conducir la corriente eléctrica se denomina **conductividad eléctrica**. Los elementos que no conducen la corriente eléctrica se denominan **aislantes**.



Figura 2.33 El aluminio es uno de los elementos más abundantes en la corteza terrestre, pero no se encuentra libre, debe extraerse de sus minerales con una gran inversión de energía.

**Glosario**

**Estado nativo:** estado natural de un elemento químico en el que no se encuentra combinado con otro elemento formando un compuesto.

La **conductividad térmica** y la **eléctrica** se miden mediante los coeficientes de conductividad térmica y eléctrica, a los cuales se les asignan las letras griegas lambda ( $\lambda$ ) y sigma ( $\sigma$ ) respectivamente. Mientras más altos son estos valores, mayor es la conductividad térmica o eléctrica.

La **dureza** se determina observando la facilidad o la dificultad comparativas con que un material penetra a otro. Una de las escalas para medir la dureza de los materiales es la **escala de Mohs**. Mientras más alto sea el valor de la propiedad en esta escala, el material es más duro.

Otras propiedades de los metales son las siguientes:



Figura 2.34 El cobre es uno de los metales más dúctiles. Los alambres se utilizan en instalaciones eléctricas.

**Maleabilidad.** Es la capacidad de un metal para formar láminas, tan delgadas como hojas de papel, que se moldean al ser sometidas a esfuerzos de compresión.

**Ductilidad.** Es la cualidad de estirarse o alargarse para formar alambres e incluso hilos, al ser sometidos a esfuerzos de tracción (figura 2.34).

**Brillo o lustre.** Es la propiedad de los metales de reflejar la luz visible. En este caso, reflejar la luz significa no absorberla en lo absoluto.

En el **cuadro 2.3** se muestran algunas características de metales y aleaciones económicamente importantes.

Cuadro 2.3 Características de algunos metales						
Metal o aleación	Color	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	Dureza (escala de Mohs)	Ductilidad relativa, de mayor (1) a menor (6)	Maleabilidad	Otros
oro	amarillo oro	19.32	2.50 a 3.00	1	Sí	Es resistente a la corrosión y a la oxidación.
plata	blanco plata	10.49	2.50 a 3.00	2	Sí	Es resistente a la corrosión y a la oxidación.
hierro acero	plateado	7.90 a 7.85	4.00 a 5.00	4	Sí	Se corroe y se oxida.
cobre bronce latón	rojo cobre amarillo latón	8.90	3.00	6	Sí	Es resistente a la corrosión y a la oxidación.
aluminio duraluminio	blanco	2.70	2.75	3	Sí	Es muy resistente a la corrosión por la formación de óxido de aluminio en su superficie.
plomo	gris azulado muy brillante	11.35	1.50	5	Sí	Tiene gran poder de absorción de radiaciones. Es resistente a la corrosión.



**Interm@te**

En esta dirección encontrarás la escala de dureza de Mohs: <http://www.redir.mx/SQCS-105a>.

La siguiente página contiene el precio de los metales en el Mercado de los Metales: <http://www.redir.mx/SQCS-105b>.



Activa tus competencias Monografía de los metales

**El propósito de esta actividad es que elaboren una monografía de los metales, en la que relacionen algunas de sus propiedades con algunas de sus aplicaciones tecnológicas.**

Organicen equipos de seis alumnos. Cada equipo hará la investigación bibliográfica respecto a un metal. Consideren los siguientes: cobre, aluminio, plomo, hierro, oro y plata. Utilicen la información del cuadro 2.3.

- Investiguen si los metales en estudio se encuentran en la naturaleza en estado libre o combinados con otros elementos formando minerales, cual es el proceso de obtención de los mismos, cuales son las aleaciones más importantes de cada metal y sus características principales. Investiguen sus aplicaciones en la construcción, en muebles, en máquinas y herramientas, en electrodomésticos y utensilios de cocina, así como en las industrias automotriz, naviera y joyera.
- Indaguen el costo de cada uno de los metales que considerarán para su estudio y hagan un cuadro con los valores. No olviden indicar la unidad de venta, por ejemplo, tonelada, kilogramo, onza, etcétera.
- Consigan imágenes para ilustrar sus monografías.
- Planeen cómo presentarán los resultados de su investigación, de modo que al terminar la actividad, les sea fácil elaborar en equipo el informe de trabajo.
- Una vez que todos los equipos tengan su información, compártanla con el resto de los equipos.

Glosario

**Refinación:** proceso que se lleva a cabo en algunos metales para eliminar las impurezas que contienen.

**Siderurgia:** tecnología de la producción del hierro (a partir de sus minerales) y sus aleaciones.

El **hierro** (Fe) es un metal muy duro, denso, de color gris plateado, con propiedades magnéticas y es el cuarto elemento más abundante en la naturaleza. El centro de la Tierra está constituido principalmente por hierro y níquel (Ni). En la corteza terrestre, el hierro se encuentra formando diversos minerales, de los cuales se extrae al fundirlo en presencia de carbono (C) y al someterlo posteriormente a procesos de **refinación**.

El hierro puro no tiene grandes aplicaciones, sin embargo, es el metal más importante en la industria **siderúrgica** (que a su vez es un indicador importante de la economía de un país) en la que se utiliza como matriz para formar los **aceros**, que son aleaciones de hierro con carbono y otros elementos metálicos y no metálicos. Los diferentes tipos de acero presentan características muy especiales y útiles para un gran número de aplicaciones, y tienen además la gran ventaja de que son reciclables. Por ejemplo, los aceros para construcción soportan grandes cargas y el acero inoxidable, formado por hierro y cromo principalmente, se utiliza para elaborar objetos que están en constante contacto con la humedad (figura 2.35).



Figura 2.35 El acero inoxidable es muy resistente al daño mecánico y a la corrosión.



Taller de habilidades científicas

Propiedades de los metales

En esta actividad identificarás algunas de las propiedades de los metales.

Habilidades y actitudes que aplicarás

Observar, comparar, plantear hipótesis, diseñar experimentos, identificar

Materiales y sustancias

- Pila de 6 V, tres cables con caimanes en ambos extremos, foco con soquet, trozos de carbón, azufre, cobre y aluminio, pedazo de vidrio, cuchara metálica de acero inoxidable, clavo de hierro.

Procedimiento

1. Observen las características de cada material: azufre, cobre, aluminio, vidrio, acero inoxidable, hierro.
2. Planteen una hipótesis sobre a qué material conducirá la corriente eléctrica.
3. Conecten dos cables a las terminales de la pila mediante los caimanes; uno de éstos se conectará a una de las terminales del soquet y el tercer cable se conectará con el caimán en la otra terminal como se muestra en la figura 2.36.
4. Prueben cada material mediante el circuito eléctrico que armaron y averigüen si conduce o no la electricidad. Si el material conduce la electricidad el foco se encenderá debido a que se cierra el circuito eléctrico.
5. Para estimar la dureza de los materiales, ráyenlos entre sí. Tengan cuidado al utilizar el trozo de vidrio.
6. Registren en su cuaderno, en un cuadro como el siguiente, las propiedades de los materiales.

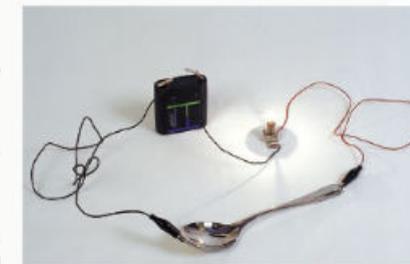


Figura 2.36 Circuito eléctrico para comprobar la conductividad de los materiales.

Elemento	Símbolo químico	Textura	Brillo	¿Duro o blando?	Color	¿Conduce la electricidad?
cobre						
hierro						
aluminio						
carbono						
azufre						
vidrio						

Análisis de resultados y conclusiones

1. Una vez completada la tabla, contesten estas preguntas:
  - ¿Coinciden tus observaciones con la hipótesis que plantearon al inicio? ¿Por qué?
  - ¿Qué sustancias de las que utilizaron presentan características similares?
  - ¿Se relacionan esas características con la clasificación en metales y no metales? ¿Por qué?
  - ¿Cómo determinarían que un material es mejor conductor que otro? Expliquen.
2. Diseñen un experimento para comprobar si los materiales utilizados son conductores térmicos o no.

Rechazo, reducción, reuso y reciclado de los metales

Hoy se vive una grave crisis debido a la situación ambiental del planeta. Esto hace de vital importancia que ustedes, estudiantes de hoy y profesionistas del mañana, sean capaces de conocer, aplicar y utilizar sus conocimientos para solucionar los problemas causados por la contaminación. En todo el mundo se maneja una regla o principio: el de las **tres erres (3R)**, que hace referencia a estrategias para el manejo de desechos, con la finalidad de causar menos deterioro ambiental. Este principio lo debemos aplicar en nuestros hábitos, para ejercer un **consumo responsable**.



Intérn@te

Visita estos sitios donde encontrarás más información sobre el principio de las 3R:

<http://www.redir.mx/SQCS-107a>.

<http://www.redir.mx/SQCS-107b>.



Figura 2.37 Cuando a un objeto que ya se considera desecho se le da un nuevo uso, deja de ser basura.

**Reducir** significa tener cuidado al elegir las cosas que consumimos para disminuir la cantidad de residuos generados. También implica utilizar menos materias primas y menor cantidad de agua y energía. Por ejemplo, usar la menor cantidad posible de productos desechables, utilizar poco detergente, lavar el auto sólo con una cubeta de agua y un trapo, etcétera.

**Reutilizar** implica usar varias veces los objetos o partes de ellos; es decir, no hay que tirar las cosas cuando todavía son útiles (figura 2.37). Por ejemplo, intercambiar la ropa entre integrantes de la familia con talla similar, o actualizar una computadora, en lugar de desecharla.

**Reciclar** significa usar los residuos como materiales para elaborar nuevos productos. El reciclaje es un proceso que se lleva a cabo en empresas especializadas, pero a nosotros nos corresponde separar los desechos, en primera instancia, en orgánicos e inorgánicos. Los inorgánicos se separan en plásticos, papel y cartón, vidrio y metales (figura 2.38). Todos éstos son materiales que se pueden reciclar.



Figura 2.38 Cada vez hay más lugares donde ponen contenedores para separar la basura. Es nuestra responsabilidad usarlos correctamente.

Al principio de las tres erres podemos agregar una R más, la del **rechazo**: rechaza todos aquellos productos contaminantes o innecesarios, o aquellos que fueron producidos empleando técnicas no amigables con el ambiente. Un ejemplo de esto es elegir papel encerado en vez de papel aluminio, para envolver alimentos, pilas recargables en lugar de desechables, termómetros digitales en lugar de termómetros de mercurio, entre otros productos.

Todas estas estrategias son útiles para el caso de los metales. Éstos son **recursos no renovables**, así que en un futuro, los yacimientos y minas se agotarán. La buena noticia es que los metales son reciclables. Sin embargo, hay metales que son tóxicos si su concentración en el ambiente sobrepasa el límite permitido por las normas oficiales; ejemplo de esto son el plomo, el mercurio y el cadmio. En este caso, lo mejor es aplicar el principio de rechazar o reducir el empleo de productos cuyo uso o producción cause grandes concentraciones de estos metales en el ambiente. En el cuadro 2.4 se muestran las fuentes emisoras más importantes de estos metales en México.

Cuadro 2.4 Principales fuentes de emisión en México de Hg, Cd y Pb		
Mercurio	Cadmio	Plomo
<ul style="list-style-type: none"> <li>Extracción de oro, plata y cobre</li> <li>Fundición de metales</li> <li>Producción de carbón y coque</li> <li>Combustión de combustóleo y carbón para generar electricidad</li> <li>Industria de cloro-sosa</li> <li>Incineración de residuos peligrosos y biológico infecciosos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Baterías recargables de níquel/cadmio (Ni/Cd)</li> <li>Fertilizantes</li> <li>Pigmentos, estabilizadores, catalizadores y conservadores en la industria del plástico</li> <li>Pigmentos en pinturas</li> <li>Galvanización</li> <li>Aleaciones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fundición primaria y secundaria de metales</li> <li>Loza vidriada</li> <li>Producción de pinturas</li> <li>Elaboración de soldadura con plomo</li> <li>Industria electrónica y de cómputo</li> <li>Uso de gasolina con plomo</li> <li>Baterías para automóviles</li> </ul>

Tomado de Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), Metales pesados, disponible en <http://www.inecc.gob.mx/sqre-temas/763-aqre-metales> (Consultado 5 de julio 2013).



Activa tus competencias Expertos en las 4R

En esta actividad tendrás oportunidad de analizar el significado del principio de las 4R, a fin de estar en posibilidad de aplicarlas o proponer alternativas a su uso en tu comunidad.

1. Reúnete con tu equipo e investiguen en qué consisten los procesos de reciclado de los siguientes materiales: latas de refrescos, latas de alimentos, pilas, artículos electrónicos, chatarra de automóviles, desperdicio de construcciones, utensilios de cocina viejos, entre otros que se te ocurran.
2. Piensen qué metales consideran indispensables para ustedes. Discutan qué podrían hacer para reutilizarlos y para reducir su uso. Decidan en qué caso deberán rechazar su uso.
3. Elaboren un logotipo que le dé significado a estos cuatro términos: reutilizar, reciclar, reducir y rechazar, y utilícelo en los medios de difusión de su investigación. Su profesor se encargará de someter este logotipo a un concurso entre los asistentes para elegir al ganador. El logotipo ganador formará parte de un programa permanente de difusión que organizarán en su comunidad.
4. Organicen un panel para difundir en su comunidad los resultados de su investigación. De ser posible, inviten a representantes de empresas locales interesadas en este tema.



RECONOCE LO QUE AHORA SABES

Los metales son importantes desde varios puntos de vista, como el económico y el ecológico. Hay metales que los seres humanos han utilizado desde la Antigüedad, como el hierro, el cobre, el estaño, la plata y el plomo. Sin embargo, a partir de la Revolución Industrial y hasta la actualidad se usan estos metales de manera masiva.

Un consumo responsable de los objetos elaborados con distintos materiales, como los metales, implica reutilizarlos, reducir su uso o rechazar los que sean potencialmente tóxicos, y separarlos cuando se convierten en desechos para posteriormente reciclarlos (figura 2.39).



Figura 2.39 La hojalata (acero recubierto con estaño) se puede reciclar. Para desechar las latas, se recomienda enjuagarlas antes y escurridlas.

Junto con un compañero, lleva a cabo lo que se pide.

1. Elaboren una lista de bienes de consumo que se utilicen en su casa, escuela y comunidad, y que estén hechos con metales o alguna de sus aleaciones.
  - Investiguen qué se hace en su comunidad con estos bienes cuando se termina su vida útil. ¿Se tiene para ellos un lugar de disposición final? ¿Hay algún programa de reciclado?
2. Identifiquen qué tipo de desechos conforman la basura sólida que se genera en su casa y en su comunidad. ¿Hay desechos metálicos? ¿De qué metales se trata?
  - Indaguen quiénes son los responsables de recoger la basura de su localidad y qué hacen con los desechos metálicos que se recogen diariamente.
3. Preparen una presentación con la información de las actividades 1 y 2, y expónganla ante la comunidad escolar. Al final, lleguen a una conclusión encaminada a mejorar los hábitos de consumo de todos.



Para saber más

Las investigaciones recientes se encaminan a buscar materiales que sustituyan a los metales tóxicos, como el plomo de las baterías de los automóviles.

## Lección 5

## Segunda revolución de la química

## 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.

## RECONOCE LO QUE SABES

Después de las aportaciones de Lavoisier y otros científicos de la época a la construcción del conocimiento de la química, hubo un periodo de grandes avances, lo que provocó una imperiosa necesidad de llegar a acuerdos, ya que la comunidad científica no compartía los mismos significados. En esta lección conocerás cómo hacen su trabajo los científicos, que aptitudes los caracterizan, la necesidad de compartir los mismos criterios dentro de la comunidad científica y apreciarás también, cómo la aplicación de nuevas técnicas fue determinante para el avance de la química.

Contesta las siguientes preguntas, que servirán para conocer tus ideas acerca del tema de esta lección.

- Ya aprendiste lo que es la masa atómica. ¿qué es la masa molecular?
- Seguramente has visto una tabla periódica de elementos químicos, ¿qué información contiene?
- ¿Por qué se te solicita que socialices con tus compañeros algunas actividades de este libro? ¿Por qué es importante esto?
- ¿Consideras que el conocimiento científico debe socializarse? ¿Por qué?

## NUEVOS ELEMENTOS

## El Congreso de Karlsruhe

A mediados del siglo XIX, existía mucha confusión entre los químicos dada la imprecisión de los conceptos que usaban y la gran variedad de nombres y fórmulas diferentes para los mismos compuestos conocidos. Esa situación provocaba serias controversias entre la comunidad de científicos dedicados a la química. En marzo de 1860, Friedrich August Kekulé (1829-1896), quien trabajaba en la Universidad de Gante, en Bélgica, contó diecinueve fórmulas distintas para el ácido acético. Esto lo motivó para comentarles a Karl Weltzien (1813-1870) y a Adolphe Wurtz (1817-1864), profesores de Química de la Universidad de Karlsruhe y de la Escuela de Medicina de París, respectivamente, la necesidad de celebrar un congreso que pusiera orden en la nomenclatura química, en la formulación y los pesos atómicos. La ciudad elegida para celebrar el evento fue Karlsruhe, en Alemania.



## Para saber más

En 1800, Alessandro Volta (figura 2.40) inventó la pila eléctrica, lo que conduciría a la electrólisis de compuestos, proceso con el que se descubrieron otros elementos. Humphry Davy aisló seis nuevos elementos: sodio (1807), potasio (1807), boro (1808), magnesio (1808), calcio (1808) y bario (1808). Y Jöns Jacob Berzelius aisló cuatro: cerio (1803), selenio (1817), silicio (1824) y torio (1828).



Figura 2.40 Alessandro Volta probando su pila.

Pusieron manos a la obra y enviaron cartas de invitación escritas en alemán, francés e inglés a los cuarenta y cinco químicos más influyentes de Europa.

## Estimado y distinguido colega:

El gran desarrollo que ha tenido la química en los recientes años y las diferentes opiniones teóricas que han surgido hacen indispensable convocar un congreso para discutir el progreso de la ciencia...

Primer Congreso Internacional de Químicos (3-5 de septiembre de 1860) que se celebrará en la ciudad alemana de Karlsruhe.



Figura 2.41 Stanislao Cannizzaro, basado en las aportaciones de los químicos que le precedieron, estableció una distinción entre átomos y moléculas.

Los objetivos del Congreso fueron:

- acordar la definición de lo que había que entender comunitariamente sobre **átomo**, **molécula**, **equivalentes**, **basicidad**, entre otros;
- discutir los equivalentes verdaderos de los cuerpos y sus fórmulas;
- instituir una notación común y uniforme para los compuestos químicos.

Asistieron a Karlsruhe alrededor de 140 destacados químicos interesados en resolver estos desacuerdos entre ellos.

Hubo tres sesiones. En la primera se trató el problema de la notación de los compuestos, pero no se llegó a acuerdo alguno. En la segunda sesión, el químico italiano **Stanislao Cannizzaro** (1826-1910) (figura 2.41), de la Real Universidad de Génova, tomó la palabra para sugerir la consideración de la ley de los volúmenes de combinación de Gay-Lussac y la hipótesis de Avogadro. Expuso que las fórmulas químicas que representaban las moléculas se basaban en esa hipótesis y, por tanto, deberían ser acogidas. Hizo una apasionada defensa del concepto de **masa atómica** frente al de **masa equivalente**, pero desafortunadamente tampoco hubo acuerdos.

En el tercer y último día, Cannizzaro explicó la aplicación de la hipótesis para la determinación de las masas atómicas y masas moleculares, y cómo, a partir de estos resultados, se deducían las fórmulas de los compuestos. Además, estableció la importancia de distinguir entre átomos y moléculas. Sin embargo, su propuesta recibió poca atención y no fue escuchado como él esperaba, por ello decidió retirarse del Congreso antes de que éste terminara.

## Intém@te

Consulta en este sitio la información relacionada con el Congreso de Karlsruhe (la carta de invitación, el nombre y país de los asistentes, la lista de los conferenciantes): <http://www.redir.mx/SQCS-111a>.

El sesquicentenario del Primer Congreso Internacional de Químicos: <http://www.redir.mx/SQCS-111b>.

A 150 años del Congreso de Karlsruhe: <http://www.redir.mx/SQCS-111c>.



Figura 2.42 Julius Lothar Meyer se dedicó a investigar la química fisiológica, por lo que estudió las combinaciones del oxígeno y el dióxido de carbono con la sangre.

Al hacerlo, le encomendó a su amigo y compatriota, Angelo Pavesi, que distribuyera entre los asistentes un texto que había elaborado con intenciones didácticas en 1858, dada su labor de profesor, en el que mostraba su visión sobre la química.

### Las consecuencias

El folleto de Cannizzaro llegó a manos de dos jóvenes químicos: el alemán Julius Lothar Meyer (1830-1895) (figura 2.42) de apenas 30 años y el ruso Dimitri Mendeleiev (1834-1907) (figura 2.43) de 26, quienes al leerlo imaginaron un orden en los elementos. El interés de ambos químicos condujo a la elaboración de la primera tabla periódica de los elementos en 1869.

He aquí algunos de sus comentarios:



Figura 2.43 Dimitri Mendeleiev consideró que la información química de ese entonces era desordenada. Su intento por organizarla lo condujo a formular la tabla periódica.

**Meyer expresó:** "Lo leí repetidas veces en el viaje de regreso y también en casa y me sorprendió la claridad del pequeño folleto y lo acertado de la solución que en él se daba a la mayor parte de las cuestiones discutidas. Sentí como si las escamas cayeran de mis ojos y las dudas desaparecieran y fueran reemplazadas por una sensación de pacífica seguridad."

**Mendeleiev escribió:** "Muchos de ellos [de los asistentes] probablemente recuerden cuánto terreno se ganó en el Congreso por los seguidores de la teoría tan brillantemente representada por Cannizzaro. Yo recuerdo nítidamente la impresión producida por sus intervenciones [...] las cuales estaban en aquella época lejos de ser reconocidas de manera generalizada."

Tomado de Pascual Román Polo, "El sesquicentenario del Primer Congreso Internacional de Químicos", en *Revista Iberoamericana de Polímeros*, vol. 12, núm. 1, enero de 2011, disponible en <http://www.ehu.es/reviberpol/pdf/historiaquimica/roman3.pdf>.



### Activa tus competencias El contexto del Congreso

**En la época del Congreso de Karlsruhe, los químicos se encontraban en un periodo de inestabilidad. Sus investigaciones no podían ser reproducidas por otros y el lenguaje que cada uno utilizaba resultaba muy diferente. Con esta actividad apreciarás las causas que los molestaban, los periodos de mayor producción y las causas que los propiciaron.**

1. Se vivía un periodo de incertidumbre por lo que era necesario que los científicos de la época comunicaran sus ideas, socializaran el conocimiento y llegaran a acuerdos. Encierra en un círculo "Sí" o "No" por cada afirmación.

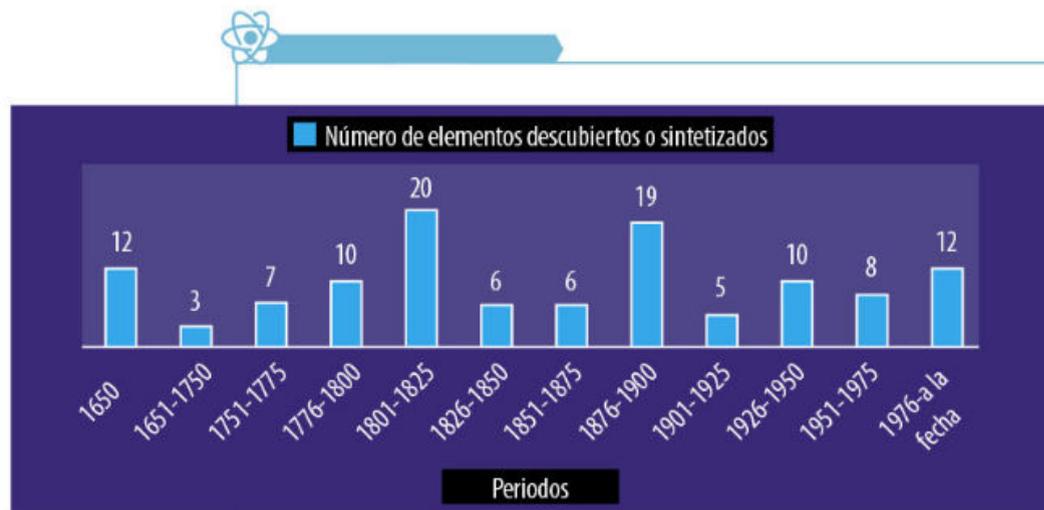
Antes del Congreso de Karlsruhe se conocían diecinueve fórmulas distintas para el ácido acético.	Sí / No
Después de escuchar a Cannizzaro y leer su folleto, Meyer en 1864 y Mendeleiev en 1869 elaboraron documentos que contienen las primeras tablas periódicas.	Sí / No
Los resultados del Congreso de Karlsruhe no fueron los esperados por sus organizadores.	Sí / No
Las argumentaciones que presentó Cannizzaro durante el Congreso impresionaron a Mendeleiev y Meyer, y esto los motivó a elaborar las primeras tablas periódicas.	Sí / No



2. En 1860, Friedrich August Kekulé, Karl Weltzien y Adolphe Wurtz decidieron llevar a cabo un congreso, ¿qué hubieras hecho en su lugar? ¿De qué otra manera comunicaban ellos sus investigaciones? ¿Fue importante que se llevara a cabo este congreso? ¿Por qué?
3. ¿Cómo socializan sus investigaciones los científicos en la actualidad? Escribe lo que sabes al respecto. Compara tus respuestas con las de tus compañeros de equipo, coméntenlas, lleguen a acuerdos y presenten los resultados al grupo y profesor.
4. Observa detenidamente el siguiente cuadro (cuadro 2.5) y la gráfica (figura 2.44) de la siguiente página. Luego, contesta en tu cuaderno las preguntas acerca del tema.

Cuadro 2.5 Descubrimiento o síntesis de los 118 elementos conocidos

Año	Símbolo	Técnicas descubiertas en la época	Algunos científicos	Contexto en Europa
De la Prehistoria hasta 1650	C, S, Fe, Cu, Zn, As, Ag, Sn, Sb, Au, Hg, Pb	Fundición. Templado. Herrería		
1651-1750	P, Pt, Co			
1751-1775	H, N, O, Cl, Mn, Ni, Bi	Surge el soplado de vidrio por lo que se elaboran aparatos para gases.	Priestley Lavoisier	Revolución Industrial
1776-1800	Be, Ti, Cr, Sr, Y, Zr, Mo, Te, W, U	Reducción de sales	Vauquelin Klaproth	Revolución francesa
1801-1825	Li, B, Na, Mg, Al, Si, K, Ca, Se, V, Nb, Rh, Pd, Cd, I, Ba, Ce, Ta, Os, Ir	Batería química. Electrólisis de sales fundidas	Davy Berzelius	
1826-1850	Br, Ru, La, Tb, Er, Th	Soplete, disolución de ácidos, precipitación selectiva, cristalización, análisis gravimétrico	Balard Berzelius Mosander	
1851-1875	He, Ga, Rb, In, Cs, Tl	Espectroscopio y mechero. Análisis espectroscópico	Kirchhoff Bunsen Lockyer	
1876-1900	F, Ne, Ar, Sc, Ge, Kr, Xe, Pr, Nd, Sm, Gd, Dy, Ho, Tm, Yb, Po, Rn, Ra, Ac	Destilación de aire líquido. Radiactividad	Ramsay Marie Curie	
1901-1925	Eu, Lu, Hf, Re, Pa	Espectrometría de rayos X	Noddack Tacke	Primera Guerra Mundial
1926-1950	Tc, Fr, At, Np, Pu, Am, Cm, Pm, Bk, Cf	Reactores nucleares. Reacciones nucleares	Seaborg McMillan Kennedy Wahl	Segunda Guerra Mundial
1951-1975	Es, Fm, Md, No, Lr, Rf, Db, Sg			
1976-a la fecha	Bh, Hs, Mt, Ds, Rg, Cn, Nh, Fl, Mc, Lv, Ts, Og	Los últimos en ser descubiertos son el nihonio, el moscovio, el teneso y el oganesón, los cuales fueron creados en el laboratorio.		



**Figura 2.44**  
Descubrimiento o síntesis de elementos químicos. Se muestran los periodos donde hubo mayor número de elementos descubiertos.

- ¿Cuántos elementos se descubrieron hasta el año 1650?
  - ¿Cuántos se descubrieron entre 1651 y 1750?
  - ¿Cuántos elementos se descubrieron de 1751 a 1850?
  - ¿A qué supones que se deben las diferencias?
  - ¿Cómo fue la evolución de las técnicas en los diferentes periodos?
- 4. Averigua el estado de agregación de los elementos descubiertos hasta 1750.**
- ¿Consideras que el estado de agregación tiene que ver con el orden cronológico de su descubrimiento? ¿Por qué?
  - ¿Por qué piensas que en los periodos de 1801 a 1825 y de 1876 a 1900 hubo tantos descubrimientos?

En la lección anterior aprendiste que la **masa atómica** es la suma de los protones y neutrones que hay en el núcleo. Esto nos obliga a reconocer el mérito del trabajo de Stanislao Cannizzaro, al deducir una manera de calcular las masas atómicas de algunos elementos, considerando que en su época no se habían descubierto aún las partículas subatómicas, ni su relación con la masa atómica. Cannizzaro también calculó la **masa molecular** de algunos compuestos como la suma de las masas atómicas de los átomos de una molécula.

### La clasificación de los elementos antes de Mendeleiev

A mediados del siglo XIX, los químicos de la época trataban de clasificar a los elementos de acuerdo con las propiedades que observaban en éstos:

- En 1817, Johann Wolfgang Döbereiner (1780-1849), profesor de Química en la Universidad de Jena, agrupó en "tríadas" a algunos elementos conocidos en su época:

cloro, bromo y yodo  
calcio, estroncio y bario  
azufre, selenio y telurio

- En 1862, Béguyer de Chancourtois, geólogo y profesor de la Escuela de París, propuso una clasificación de los elementos químicos colocados sobre la superficie de un cilindro. Estaban ordenados por su masa atómica creciente, incluía también compuestos y aleaciones.
- En 1864, John Reina Newlands (1837-1898) publicó una clasificación según un orden creciente de la masa atómica y en grupos de siete elementos, de manera que cada uno tenía propiedades similares al octavo elemento posterior por lo que se le llamó *ley de las octavas*, ya que simulaba la escala musical.

### Las predicciones de Mendeleiev

Mendeleiev construyó su primera tabla periódica con los 63 elementos químicos conocidos hasta ese momento. Su clasificación se basaba en la periodicidad de las propiedades químicas y su relación con las masas atómicas. Ordenó los elementos de manera vertical y pronosticó que se descubrirían más elementos por lo que dejó cuatro espacios a los que les asignó las masas atómicas de 45, 68, 70 y 180 (figura 2.45).

			Ti=50	Zr=90	?=180
			V=51	Nb=94	Ta=182
			Cr=52	Mo=96	W=186
			Mn=55	Rh=104, 4	Pt=197, 4
			Fe=56	Ru=104, 4	Ir=198
			Ni=Co=59	Pd=106, 6	Os=199
H=1			Cu=63, 4	Ag=108	Hg=200
	Be=9, 4	Mg=24	Zn=65, 2	Cd=112	
	B=11	Al=27, 4	?=68	Ur=116	Au=197?
	C=12	Si=28	?=70	Sn=118	
	N=14	P=31	As=75	Sb=122	Bi=210?
	O=16	S=32	Se=79, 4	Te=128?	
	F=19	Cl=35, 5	Br=80	J=127	
Li=7	Na=23	K=39	Rb =85, 4	Cs=133	Tl=204
		Ca=40	Sr=87, 6	Ba=137	Pb=207
		?=45	Ce=92		
		?Er=56	La=94		
		?Yt=60	Di=95		
		?In=75, 6	Th=118?		

**Figura 2.45** Tabla periódica de Mendeleiev donde se observan los espacios vacíos de los elementos que pronosticó algún día se descubrirían.

#### Intém@te

Te invitamos a que visites estos sitios electrónicos:

Adivina el elemento:  
(<http://www.redir.mx/SQCS-115a>).

Tabla periódica en 3D:  
(<http://www.redir.mx/SQCS-115b>).

La mesa de juego de Mendeleiev: (<http://www.redir.mx/SQCS-115c>).

Tabla periódica de los elementos químicos:  
(<http://www.redir.mx/SQCS-115d>).

#### Intém@te

En el siguiente sitio de Internet, encontrarás una actividad que te ayudará a entender la periodicidad química:

La música de la tabla periódica: (<http://www.redir.mx/SQCS-114a>).

Lee en estos sitios sobre la vida de Mendeleiev: *Mendeleiev, el que pudo haber sido y no fue* (<http://www.redir.mx/SQCS-114b>).

Mendeleiev: rebeldía y pasión por la ciencia: (<http://www.redir.mx/SQCS-114c>).

Mendeleiev intuyó que ciertas propiedades características de los elementos, como masa atómica, densidad, temperaturas de fusión y de ebullición, reactividad química con ácidos y bases, solubilidad y fórmulas de sus posibles compuestos, eran predecibles a partir de su posición en la tabla periódica.

Con base en un análisis minucioso del comportamiento de los elementos conocidos, Mendeleiev predijo las propiedades químicas y físicas de esos cuatro elementos aún desconocidos. Por ejemplo, en el **cuadro 2.6** se muestran las propiedades que predijo del elemento desconocido, al que dio el nombre de **ekasilicio** (el silicio sí se conocía). Si las comparas con las del mismo elemento, descubierto años después (al que se nombró **germanio**), verás que son muy semejantes.



Para saber más

En febrero de 1869, Mendeleiev arreglaba las tarjetas en las que había escrito información de cada elemento, cuando se dio cuenta de ese patrón de propiedades que se repetían al acomodarlos en orden creciente de sus masas atómicas. En un principio lo llamó "el sistema periódico", pero en 1871 lo denominó "tabla periódica". Tomado de Andoni Garritz, "El papel de una madre. Mendeleiev, muerto hace cien años", en *Educación Química*, vol.18, núm. 3, 2007, p. 180, disponible en <http://garritz.com/andoni\_garritz\_ruiz/documentos/47-Garritz-EQ.pdf> (Consulta: 2 de julio de 2013).

Cuadro 2.6 Propiedades del ekasilicio y del germanio

Propiedades del elemento	Ekasilicio (1871)	Germanio (1886)
Aspecto	Sólido gris	Sólido gris
Masa atómica	72	72.59
Densidad	5.5 g/cm <sup>3</sup>	5.32 g/cm <sup>3</sup>
Reacción con el agua	Ninguna	Insoluble
Reacción con ácido	Muy poca	Muy poca
Reacción con base	Más que con ácido	Más que con ácido
Fórmula del óxido	RO <sub>2</sub>	GeO <sub>2</sub>
Óxido	Básica, reacciona con agua	Básica, reacciona con agua
Fórmula del cloruro	RCl <sub>4</sub>	GeCl <sub>4</sub>
Punto de ebullición del cloruro	Menor a 100 °C	84 °C

En la ponencia que presentó Mendeleiev durante la Conferencia Faraday de 1889, concluyó que cuando los elementos se ordenan de acuerdo con sus masas atómicas se revela una clara **periodicidad** de sus propiedades. A esto se le conoce como **ley periódica**. Otro afirmación que hizo es que los elementos con propiedades químicas similares tienen masas atómicas semejantes (como el platino, el iridio y el osmio) o sus masas atómicas se incrementan regularmente (como el potasio, el rubidio y el cesio).

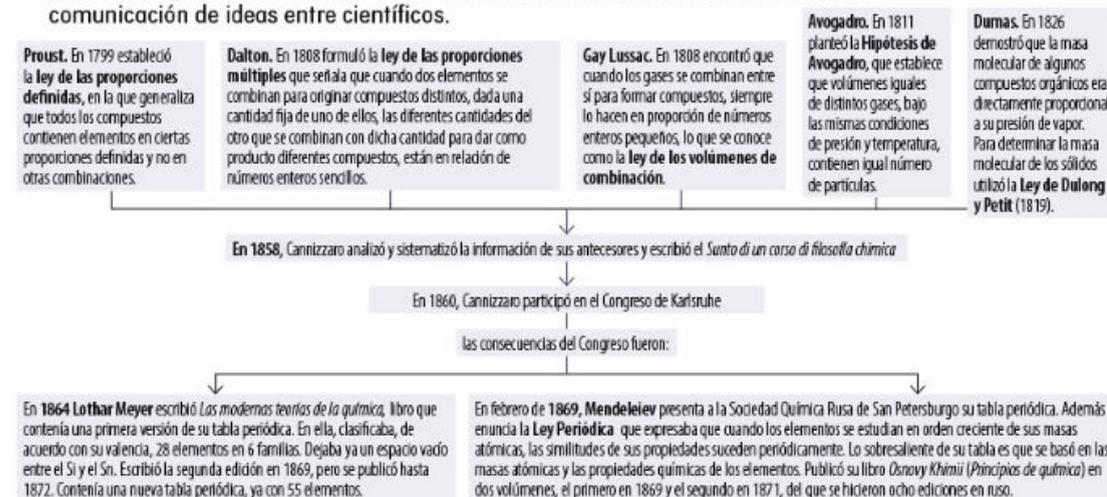
Mendeleiev también mencionó que los elementos más abundantes en la Tierra tienen masas atómicas pequeñas, y que la magnitud de la masa atómica determina el carácter del elemento, así como la magnitud de las moléculas (pesos moleculares) determina el carácter de los cuerpos compuestos.

El químico ruso concluiría que "el ordenamiento de los elementos, o de los grupos de elementos, en el orden de sus masas atómicas corresponden a las así llamadas **valencias**, así como también, en cierta extensión, a sus propiedades químicas distintivas, tal como se da en la serie litio, berilio, boro, carbono, nitrógeno, oxígeno y flúor".

RECONOCE LO QUE AHORA SABES

La tabla periódica sintetiza la esencia de la química; es una herramienta fundamental que proporciona de manera concisa información sobre el comportamiento de los elementos. La historia de la clasificación y la ordenación de los elementos químicos es asombrosa. La capacidad de Cannizzaro y de Mendeleiev para analizar y sistematizar las aportaciones de los químicos que les antecedieron fue fundamental, aunque después, con el nacimiento del modelo cuántico del átomo, la tabla periódica de Mendeleiev volvería a modificarse.

1. En equipo, lean la información del siguiente esquema. Hagan una presentación para el resto del grupo, con diapositivas o con cartulinas, donde expliquen, con palabras propias, cómo se llegó a la tabla periódica, así como la importancia de la comunicación de ideas entre científicos.



2. Lee el siguiente comentario de Mendeleiev y contesta las preguntas en tu cuaderno.

"En 1860, químicos de todas partes del mundo se reunieron en Karlsruhe, si no para unificar sus concepciones acerca de los átomos, al menos para entenderse sobre su representación definitiva. Muchos de los que entonces asistieron al congreso se acordarán probablemente de cómo fueron vanas las esperanzas de llegar a un acuerdo, y cómo entonces los partidarios de la teoría unitaria, tan brillantemente representada por Cannizzaro, ganaron terreno... A pesar de que no se llegara a un acuerdo, los fines de la reunión fueron alcanzados, pues en pocos años se reconoció que las ideas de Cannizzaro eran las únicas que podían resistir a la crítica, y que representaban el átomo como la porción más pequeña de un elemento que entra en la molécula de sus compuestos".

Tomado de Pascual Román Polo, "Cannizzaro: químico, revolucionario y precursor de la tabla periódica", en *Anales de la Real Sociedad Española de Química*, vol. 106, núm. 2, 2010, pp. 137-144.

- ¿Qué opinas de que se celebren reuniones como el Congreso de Karlsruhe?
- ¿Piensas que en la actualidad todavía son necesarias? ¿Por qué?
- Además de los conocimientos y habilidades científicas, ¿qué actitudes consideras deben tener los investigadores, para lograr que los avances científicos beneficien a la humanidad?

## Tabla periódica: organización y regularidades de los elementos químicos I

Lección **6**

Regularidades en la Tabla Periódica de los Elementos químicos representativos. Carácter metálico, valencia, número y masa atómica

**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.

**RECONOCE LO QUE SABES**

En la lección anterior aprendiste acerca de la necesidad que tenía la comunidad científica del siglo xx de clasificar los elementos químicos conocidos hasta ese entonces. Estudiate también los intentos de ordenamiento que sentaron las bases de la tabla periódica actual y conocimos cómo Stanislao Cannizzaro tuvo la capacidad de identificar, ordenar y analizar los trabajos de científicos anteriores a su época; por ejemplo, argumentó y defendió ante la comunidad científica sus investigaciones para demostrar, mediante evidencias, la determinación de las masas atómicas relativas y la validez de la hipótesis de Amedeo Avogadro.

Por otro lado, Dimitri Mendeleiev identificó la relación entre las propiedades físicas y químicas de los elementos químicos con su masa atómica relativa. Gracias a ello, consiguió no sólo organizar y clasificar los mismos, sino incluso predecir que aún no se habían descubierto otros elementos.

En esta lección aprenderás a identificar la información que proporciona la **tabla periódica** que conocemos hoy; encontrarás que se basa en el número atómico, observarás sus regularidades y apreciarás su importancia.

1. Examina con atención la tabla periódica de los elementos químicos que aparece en la página 122 (figura 2.52) y contesta las siguientes preguntas en tu cuaderno.

- ¿Cuáles son las características de la tabla periódica?
- ¿Qué información contiene?
- ¿Por qué supones que los elementos están organizados de esa manera?
- ¿Por qué supones que hay columnas de diferentes colores? ¿Qué significan los números (en negro) y los números romanos con letra (en rojo) que aparecen sobre las columnas? (figura 2.46).
- ¿Por qué consideras que la tabla periódica es tan importante para los químicos?
- ¿Para qué piensas que se utiliza?

1 H 1.008	
3 Li 6.941	4 Be 9.012
11 Na 22.99	12 Mg 24.31
19 K 39.10	20 Ca 40.08
37 Rb 85.47	38 Sr 87.62
55 Cs 132.9	56 Ba 137.3
87 Fr (223)	88 Ra (226)

Figura 2.46 Grupos I A y II A de la tabla periódica.

2. Observa la figura 2.47 y responde.

- ¿Cómo se obtiene el número atómico?
- ¿Cómo se obtiene la masa atómica?
- ¿Qué significa la H?
- ¿Supones que las tarjetas que hizo Mendeleiev cuando tuvo la brillante idea de clasificar los elementos se parecían a la que se presenta en la figura? Justifica tu respuesta.

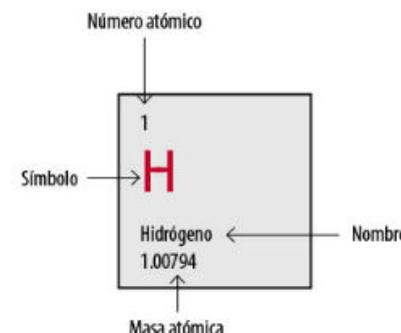


Figura 2.47 Representación de un elemento en la tabla periódica.

**NUEVOS ELEMENTOS**

En la actividad anterior revisaste con detalle una tabla periódica moderna y probablemente te diste cuenta de que es muy diferente a la que propuso Mendeleiev en 1869. Esto se debe a que ha sido modificada conforme se descubrían nuevos elementos.

Por ejemplo, el argón (Ar) no encajaba muy bien en la tabla periódica y Mendeleiev sugirió que era una especie de "nitrozono" N<sub>3</sub> (una molécula formada por tres átomos de nitrógeno), pero después se aislaron los otros cuatro gases nobles: el helio (He), el neón (Ne), el kriptón (Kr) y el xenón (Xe), que por sus propiedades, junto con el argón, quedaron en un nuevo grupo, ubicado entre los halógenos y los metales alcalinos.

Como ésa, ha habido varias modificaciones, y aunque está reconocido que Mendeleiev es el padre de la tabla periódica, la persona que la completó fue **Henry Moseley** en 1913, un año antes de que iniciara la Primera Guerra Mundial (figura 2.48). Moseley hizo muchos experimentos y llegó a la conclusión de que era necesario clasificar los elementos químicos por su **número atómico**, que como recordarás es el número de protones que se encuentra en el núcleo del átomo. Así, estableció la **Ley Periódica**, en la que se indica que "cuando los elementos se organizan en orden creciente de sus números atómicos, sus propiedades físicas y químicas se repiten periódicamente".

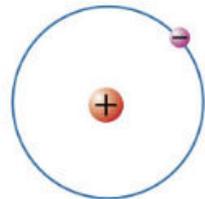
Con la aportación de Moseley se ordenaron los elementos en la tabla periódica y se supo, de manera inequívoca, qué elementos aún no eran descubiertos.

Ahora vuelve a consultar la tabla periódica. Observa cómo se acomodaron los elementos químicos en un orden creciente de número atómico. Fíjate que la **masa atómica** de los elementos también aumenta y que no está asentada en números enteros. Como recordarás, el número de masa es la suma de los protones y los neutrones que se encuentran en el núcleo del átomo y es igual en valor a la masa atómica. ¿Por qué entonces las masas atómicas no tienen valores enteros?

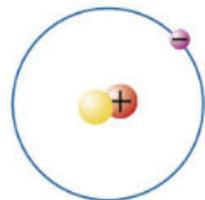
La respuesta a la pregunta anterior es que en la naturaleza algunos elementos tienen átomos con el mismo número de protones, pero diferente número de neutrones. A éstos se les denomina **isótopos**.



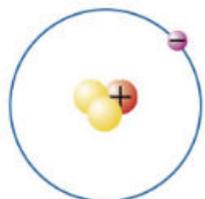
Figura 2.48 Henry Moseley llevó a cabo experimentos con rayos X y encontró que, al ordenar los elementos con base en su número atómico, se eliminaban las irregularidades de la tabla de Mendeleiev, que se basaba en la masa atómica.



Protio  ${}^1_1\text{H}$   
1 protón  
1 electrón



Deuterio  ${}^2_1\text{H}$   
1 protón  
1 electrón  
1 neutrón



Tritio  ${}^3_1\text{H}$   
1 protón  
1 electrón  
2 neutrones

Figura 2.49 Isótopos del hidrógeno.

Por ejemplo, los átomos de carbono tienen 6 protones y 6 neutrones, y por lo tanto, una masa atómica de 12. Sin embargo, hay átomos de carbono con masas atómicas de 13 y 14 uma (unidades de masa atómica), es decir, tienen 7 y 8 neutrones respectivamente. Los isótopos más pesados tienden a ser radioactivos, pues su núcleo es inestable; por esta razón emiten energía cuando se transforman en átomos más estables.

Así, para calcular la **masa atómica** del carbono, se debe tomar en cuenta la proporción en la que se encuentran en la naturaleza sus diferentes isótopos. Éstos se representan como  ${}^{12}\text{C}$ ,  ${}^{13}\text{C}$  y  ${}^{14}\text{C}$ , en donde el superíndice a la izquierda es el número de masa (equivalente a la masa atómica). Por esta razón, en el caso del carbono, la masa atómica registrada en la tabla periódica es de 12.0107 uma.

En el caso del **hidrógeno**, existen tres isótopos, nombrados **protio** (el más común), **deuterio** y **tritio** (figura 2.49). La masa atómica de este elemento que aparece en la tabla periódica es 1.00794 uma.

En 1814, el químico sueco Jöns Jakob Berzelius propuso un sistema de **nomenclatura** para designar a cada elemento con la primera letra de su nombre latino; por ejemplo, C para el carbono. Si hubiera varios elementos cuyo nombre iniciara con la misma letra, entonces se tomaría la siguiente letra o la intermedia; por ejemplo, Ca para el calcio, Cd para el cadmio, Co para el cobalto, Cr para el cromo, y Cu para el cobre.

**Intém@te**

Aprende sobre la seguridad radiológica y desechos radiactivos en el sitio del Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares: <http://www.redir.mx/SQCS-120a>

Infórmate acerca de cómo se manejan los desechos radiactivos en México: <http://www.redir.mx/SQCS-120b>.

**Para saber más**

Los elementos han recibido su nombre de acuerdo con sus propiedades, por el lugar donde se encontraron o en honor a científicos famosos. Nombrados por sus propiedades, tenemos el cesio (Cs), del latín *caesius*, que significa "azul claro"; el rubidio (Rb), del latín *rubidus*, que significa "rojo oscuro", y el yodo (I), del griego *iodes*, que significa "violeta púrpura".

Recibieron su nombre por el lugar en donde se encontraron, el estroncio (Sr), de Strontian, Escocia, y el germanio (Ge), de Germania, Alemania. Fueron nombrados en honor a algún científico, el einstenio (Es), en honor de Albert Einstein; el mendelevio (Md), en honor de Dimitri Mendeleiev, y el nobelio (No), en honor de Alfred Nobel, entre otros.

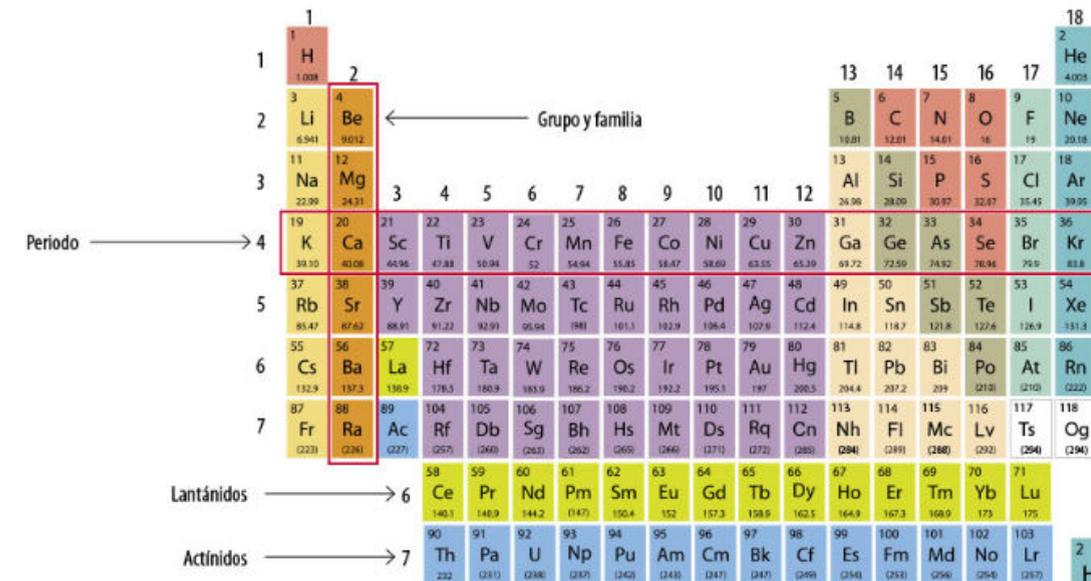
### Organización de la tabla periódica

Con tu tabla periódica a la mano, lee la siguiente información sobre cómo está estructurada:

- La tabla periódica tiene **18 columnas**, llamadas **grupos** o **familias**. En la actualidad la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (IUPAC, por sus siglas en inglés) enumera a los grupos del 1 al 18. Anteriormente, sobre cada columna se tenían números romanos con una letra, porque se separaba a los elementos en representativos (que tenían la letra A) y en elementos de transición (los que tienen la letra B).

- Cada grupo tiene el mismo número de **electrones de valencia**, que son los que determinan el número de enlaces que formará ese elemento. Esto es lo que hace que tengan propiedades semejantes, es decir, que presenten un comportamiento químico parecido. Por ejemplo, todos los elementos del grupo 1 (IA), litio (Li), sodio (Na), potasio (K), rubidio (Rb), cesio (Cs) y francio (Fr), tienen solamente un electrón de valencia y con excepción del hidrógeno, los elementos de este grupo son metales alcalinos, blandos, de baja densidad y muy reactivos.
- La tabla periódica tiene **7 filas**, conocidas como **periodos** (figura 2.50).

Figura 2.50 Grupos y periodos de la tabla periódica.



- El primer periodo tiene solamente dos elementos: el hidrógeno (H) y el helio (He), el segundo y tercer periodo tienen ocho, el cuarto y quinto periodo tienen 18 elementos, y los dos siguientes tienen 32 elementos. Los periodos 6 y 7 contienen elementos de números atómicos 57 a 71 (los lantánidos) y 89 a 103 (los actínidos), respectivamente. Estos periodos normalmente se representan fuera de la tabla para evitar que su escritura sea demasiado larga. Es importante mencionar que los elementos que se encuentran en el mismo periodo no tienen propiedades físicas o químicas similares como las tienen los elementos del mismo grupo o familia, pero sí hay una variación de tendencia definida de éstas a lo largo de cada periodo.
- En algunas tablas periódicas, los símbolos químicos tienen las letras de diferente color, esto indica el estado físico de los elementos a 25 °C y a la presión de 1 atmósfera. Por ejemplo, el mercurio (Hg) es el único metal que se encuentra en estado líquido y el bromo (Br) es el único no metal en ese mismo estado. En la tabla periódica también se incluye información acerca de qué elementos son metales, cuáles son no metales, cuáles son metaloides y cuáles son gases nobles (figura 2.51). Puedes observar una tabla periódica en la página siguiente (figura 2.52).



- metales grupo 16
- no metales grupo 16
- halógenos grupo 17
- gases nobles grupo 18

Figura 2.51 En la imagen se muestra un fragmento de la tabla periódica. Con código de colores se puede representar cualquiera de las características de los elementos.

# Tabla periódica de los elementos

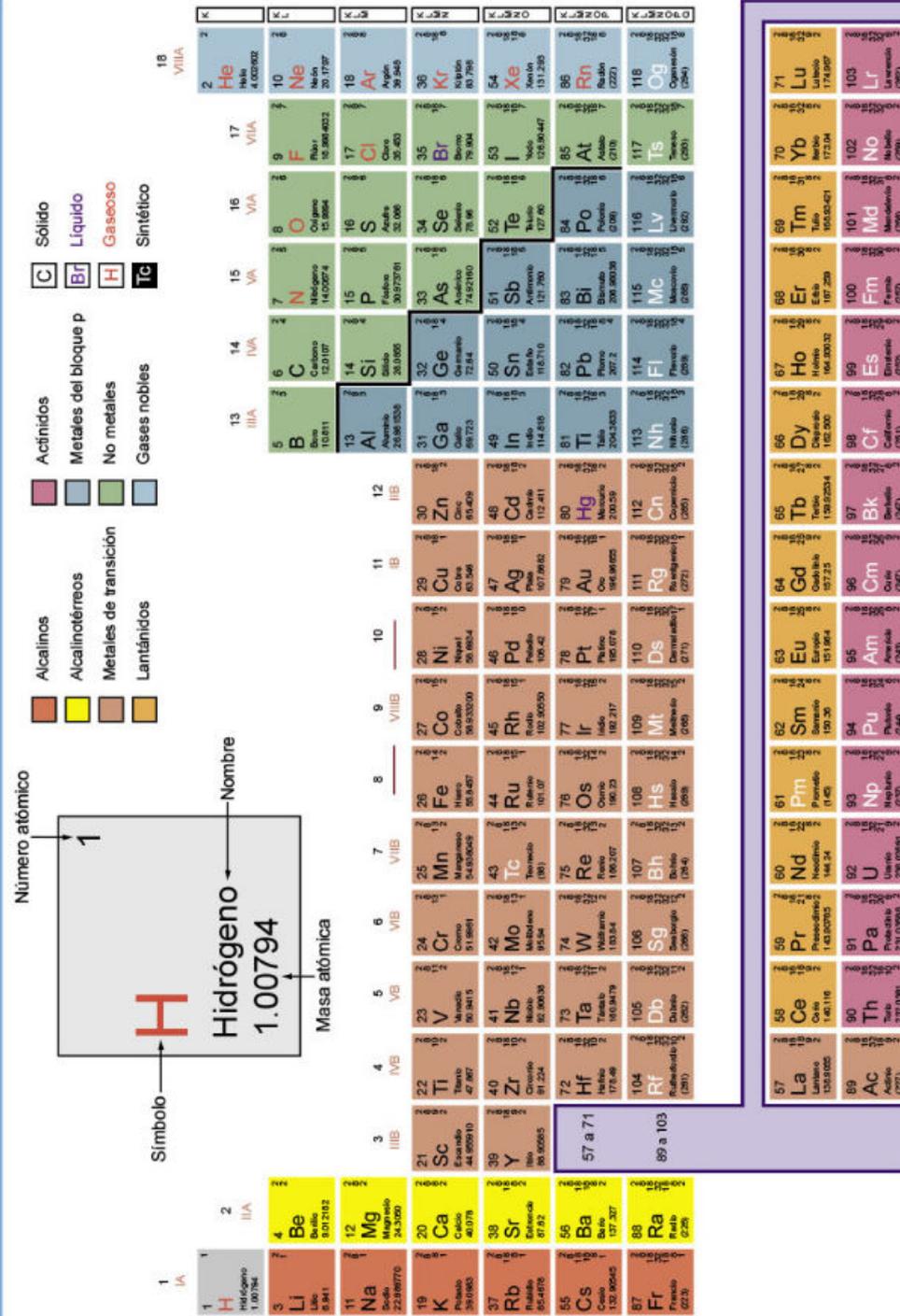


Figura 2.52 Tabla periódica de los elementos.



Figura 2.53 El mercurio es el único metal líquido a temperatura ambiente.

En la naturaleza existen 11 elementos en estado gaseoso (hidrógeno, oxígeno, nitrógeno, flúor, cloro y los seis gases nobles), dos en estado líquido (mercurio y bromo) (Figura 2.53), mientras que el resto son sólidos (a 25 °C). Cabe mencionar que algunos elementos tienen bajos puntos de fusión (p.f.), como el francio (p.f. 27 °C), el cesio (p.f. 29 °C) y el galio (p.f. 30 °C). De los elementos de la tabla periódica, unos 20 se clasifican como **no metales**, unos pocos son **metaloides** o **semimetales**, y prácticamente todos los demás son **metales**.

La tabla periódica puede emplearse para predecir o confirmar hipótesis sobre propiedades de los elementos y saber cómo se comportarán al combinarse con otros. Por su posición en la tabla, se conoce la proporción en que se combinan o si son tan inactivos que difícilmente lo hacen, como es el caso de los **gases nobles**, ubicados en el grupo 18.

## Activa tus competencias ¿Cómo son y cómo serán los elementos?

En esta actividad identificarás la información de la tabla periódica. Además comprobarás que es posible predecir las propiedades de un elemento a partir de su posición en la tabla periódica.

1. Reúnete con un compañero y lean con atención la siguiente información.

En nuestro cuerpo, el estroncio (Sr) se comporta de manera muy similar al calcio (Ca), por lo que al tener contacto con él, ya sea al respirarlo del aire o consumirlo disuelto en agua o en algún alimento, repercutirá en los huesos. En los adultos, se adhiere principalmente a la superficie de los huesos y en los niños, puede ser utilizado por el organismo para construir la porción mineral de los huesos. Por otra parte, los médicos recetan un compuesto que contiene estroncio, el cual incrementa la formación ósea, por lo que es una opción para el tratamiento de pacientes con osteoporosis (Figura 2.54).

2. Localicen en la tabla periódica los elementos involucrados en la lectura anterior (calcio y estroncio). Anoten en su cuaderno todos los datos que observen. Contesten.

- ¿Qué tienen en común el calcio y el estroncio? ¿A qué grupo pertenecen?
- ¿A qué suponen que se deben las semejanzas entre estos dos elementos químicos?
- ¿Cómo se relaciona esto con el comportamiento de ambos dentro del organismo?

3. Supongan que en el año 2050 se descubren los elementos 120 y 122; predigan las siguientes propiedades.

- Grupo al que pertenecerán.
- Si serán metales o no metales.
- Estado de agregación.
- Masa atómica en relación con otro elemento.

**Intèrn@te**

Consulten más información acerca del estroncio:  
 Estroncio (Strontium):  
<http://www.redir.mx/SQCS-123a>

El estroncio como tratamiento para la osteoporosis: [www.redir.mx/SQCS-123b](http://www.redir.mx/SQCS-123b)

El estroncio reduce el riesgo de fracturas vertebrales: [www.redir.mx/SQCS-123c](http://www.redir.mx/SQCS-123c).



Figura 2.54 Los minerales contribuyen a mantener una densidad ósea adecuada.

RECONOCE LO QUE AHORA SABES

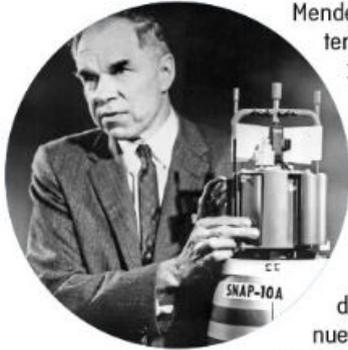


Figura 2.55 Entre otras aportaciones, Seaborg llevó a cabo investigaciones en el área de la medicina nuclear, desarrollando sistemas para la detección de tumores con isótopos radiactivos, como el yodo-131.

Mendeleiev no previó que poco después de su muerte, en 1907, los laboratorios intentarían crear elementos artificiales para añadirlos a su histórica tabla. Hace casi 140 años que la tabla periódica fue creada y desde entonces se han descubierto nuevos elementos y sintetizado otros tantos. En cuanto a los elementos que existen en la naturaleza, la lista está completa: empieza con el hidrógeno y termina con el uranio, el elemento de número atómico 92.

En 1969, el químico estadounidense **Glenn Theodore Seaborg** (1912-1999) (figura 2.55) publicó un artículo en el que habla de una expansión de la tabla periódica hasta el elemento número 168, lo que incluiría la serie de los llamados **superactínidos** (122-153). Es importante que sepas que Seaborg descubrió nueve elementos que ubicó como "actínidos" y el transactínido 106, al que, finalmente, se dio el nombre de **seaborgio**. En 1951, Seaborg compartió con **Edwin McMillan** (1907-1991), el descubridor del neptunio, el premio Nobel de Química "por sus descubrimientos en la química de los elementos transuránicos".

Explica.

- ¿Cómo crees que Seaborg llegó predecir que la tabla periódica se extendería hasta el elemento 168?
- ¿Por qué los actínidos y los lantánidos se encuentran en la parte inferior de la tabla periódica?

Cuando escuchas a los químicos hablar de los elementos de la tabla periódica, posiblemente los percibas como algo aislado o muy lejano a ti. Difícilmente nos imaginamos que estamos rodeados de estos elementos o que son parte de nuestro organismo.

Organízate con tu grupo para llevar a cabo esta actividad y conocer más acerca de los elementos químicos más importantes.

1. En parejas, elijan dos elementos de la tabla periódica. Procuren que no se repitan. Busquen información acerca de ellos (nombre, símbolo, número atómico, valencia, masa atómica, carácter metálico, año de descubrimiento o síntesis, y usos que se le dan).
2. Elaboren un cartel donde representen lo que investigaron de cada elemento. Ilustren sus usos en la casa, la escuela, la industria, la medicina, la agricultura, la investigación científica, etcétera.
3. Muestran a sus compañeros de grupo y a su profesor el cartel que prepararon. Hagan una exposición con todos ellos.
4. Al final, propicien una lluvia de ideas para elaborar una conclusión sobre la importancia de los elementos químicos y sobre la manera en que están organizados en la tabla periódica.

Para saber más

Los elementos transuránicos son aquellos que tienen un número atómico mayor que 92. El nombre significa "más allá del uranio". Estos elementos son sintéticos y se producen por reacciones de bombardeo nuclear.

Hasta ahora se tienen 23 elementos transuránicos. Entre ellos se encuentran neptunio, plutonio, curio, berquellio, mendelevio y laurencio.

## Tabla periódica: organización y regularidades de los elementos químicos II

### 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.

RECONOCE LO QUE SABES

Hasta aquí has estudiado cómo se organizan los elementos químicos, cómo se representan y cómo sus propiedades físicas y químicas son semejantes cuando pertenecen al mismo grupo o familia. Así, te has dado cuenta de que estamos rodeados de elementos e incluso nosotros mismos estamos formados por ellos. En esta lección conocerás los elementos que constituyen a todos los seres vivos.

1. En Ciencias I conociste los nutrientes que requerimos para mantenernos vivos. Escribe en el siguiente cuadro los elementos que componen los materiales que nos constituyen.

	Símbolos de los elementos químicos que los forman
Carbohidratos	
Proteínas	
Ácidos nucleicos	
Lípidos	

2. Lee este texto y contesta las preguntas que vienen después.

#### Desarrolla la Facultad de Química leche para pacientes diabéticos

En la presentación de este producto el doctor José Narro, rector de la UNAM, afirmó que, en 2012, fallecerán más de 80 000 mexicanos a causa de la diabetes (figura 2.56). La investigadora que desarrolló este producto mencionó que a diferencia de las bebidas bajas en calorías, este producto no sólo es bajo en grasa, sino que atiende a cada uno de los parámetros de descontrol bioquímico de los enfermos. El suplemento alimenticio desarrollado es el fruto de numerosos ensayos de mezclas de aminoácidos, **fitoestrógenos**, minerales, antioxidantes y vitaminas.

Adaptado de Dirección General de Comunicación Social y Facultad de Química (UNAM), "Lanzan Diabetic's, leche para diabéticos desarrollada por la Facultad de Química", en *Gaceta Facultad de Química*, núm. 15, VII época, septiembre de 2012, pp. 4-5.

- ¿En qué consiste la diabetes?
- ¿Qué relación tiene con el **metabolismo** de los carbohidratos, lípidos y proteínas?
- ¿Cómo ayuda el producto desarrollado a los enfermos de diabetes?
- ¿Por qué se dice que somos lo que comemos?

Lección 7



Figura 2.56 La diabetes es una enfermedad metabólica que se caracteriza por una elevada concentración de glucosa en la sangre. En la imagen aparece una persona haciendo una medición de este azúcar.



Intérn@te

Elementos químicos ordenados por su presencia en el cuerpo humano: <http://www.www.redir.mx/SQCS-125>.



Glosario

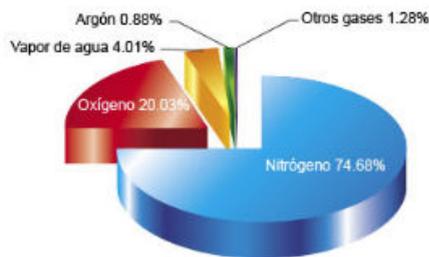
**Fitoestrógenos:** compuestos químicos que se encuentran en los vegetales, cuya estructura y actividad son similares a las de los estrógenos humanos.

**Metabolismo:** procesos físicos y químicos que se llevan a cabo en los seres vivos con la finalidad de obtener y utilizar energía de los alimentos.

NUEVOS ELEMENTOS

La abundancia relativa de los elementos en nuestro planeta varía dependiendo de si se trata de la atmósfera o de la corteza terrestre. En las gráficas de la figura

Composición química de la atmósfera terrestre a)



Composición química de la corteza terrestre b)

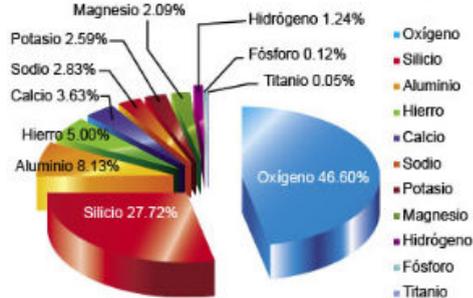


Figura 2.57 Gráficas que muestran la abundancia porcentual de elementos en la atmósfera (a) y en la corteza terrestre (b).

Composición química promedio de una persona de 70 kg

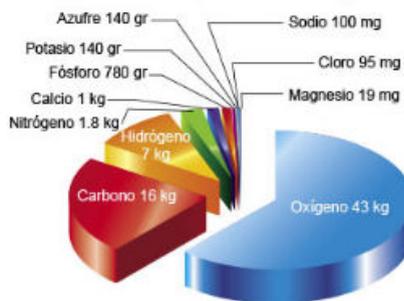


Figura 2.58 Gráfica que presenta la abundancia relativa de los elementos en el cuerpo humano.

2.57 se muestra e, mientras en la atmósfera el elemento más abundante es el nitrógeno, seguido del oxígeno, en la corteza abunda más el oxígeno, seguido del silicio. Por otra parte, la abundancia de los elementos que constituyen a los seres vivos, tiene muy poca correlación con los datos anteriores; esto se debe a que en las comparaciones suele considerarse la abundancia del silicio, el cual prácticamente no forma parte de los seres vivos.

El cuerpo humano está constituido por 26 elementos, cada uno presente en diferentes proporciones y con distintas funciones (figura 2.58). Las concentraciones de algunos, indispensables para conservar la salud, son menores que 0.1%, por ello se denominan **oligoelementos** (el prefijo griego *oligo* significa "poco"). Nuestro organismo es incapaz de producirlos, por lo que es necesario consumirlos en la dieta. Entre éstos están el yodo (I), el hierro (Fe), el cromo (Cr), el cobre (Cu) y el zinc (Zn).

Todos los elementos que nos integran, así como los que participan en las diversas funciones de nuestro organismo, son necesarios en cantidades específicas. La presencia de alguno de ellos en una cantidad mayor o menor de la requerida ocasiona enfermedades en el organismo, las cuales pueden ser verdaderamente graves.

Los elementos hidrógeno (H), carbono (C), nitrógeno (N), oxígeno (O), fósforo (P) y azufre (S), constituyen cerca del 99% de los átomos presentes en los seres vivos y se les conoce como **biogénicos** porque forman las **biomoléculas**: carbohidratos, lípidos, proteínas y ácidos nucleicos. A las biomoléculas se les llama así porque son las moléculas que constituyen la materia viva. No es de extrañar que el H y el O predominen en los humanos, pues el agua constituye 70% de nuestra masa.

Las biomoléculas suministran, a través del metabolismo, la mayor parte de la energía que los seres vivos requieren. Por eso se llaman **macronutrientes**. Su constitución química es la de un polímero. Los macronutrientes no son sintetizados por los organismos vivos, sino que se deben obtener de los alimentos. La excepción a esto son las plantas y las algas ya que sintetizan glucosa a través de la fotosíntesis. La glucosa en las plantas se almacena en forma de almidón, un **polímero**.

Los polímeros son compuestos químicos formados por la unión de unidades individuales llamadas **monómeros**, que se enlazan hasta formar redes o cadenas de gran peso molecular. En la figura 2.59 se muestra una molécula de isopreno, que es el monómero del caucho o hule natural. El isopreno se obtiene de la savia, llamada látex, de algunos árboles. En la figura 2.60 se muestra el modo en que se enlazan las unidades de isopreno para formar el poliisopreno o caucho. Los químicos han logrado sintetizar polímeros similares al hule a partir de la polimerización del butadieno y el estireno, que se obtienen como producto de la destilación del petróleo.

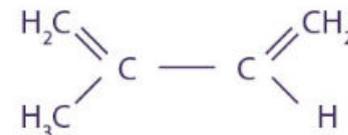
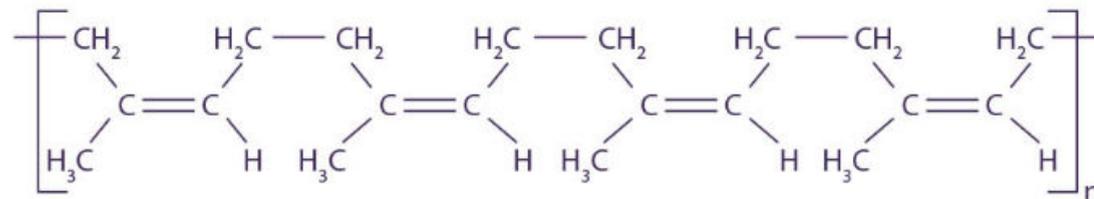


Figura 2.59 Molécula de isopreno.



Los **carbohidratos** se conocen también como **sacáridos**, **hidratos de carbono** o **glúcidos**. Tienen dos funciones principales en los seres vivos: formar tejidos y estructuras, y formar reservas energéticas.

Figura 2.60 Fragmento de la molécula de poliisopreno. La "n" junto a los corchetes indica que esta unión de dos monómeros se repite muchas veces.

La **glucosa** es el carbohidrato más abundante en la naturaleza y la fuente primaria de energía de las células. Su fórmula es  $C_6H_{12}O_6$  y representa que la glucosa es un compuesto que tiene 6 átomos de carbono, 12 de hidrógeno y 6 de oxígeno (figura 2.61a). Es la molécula base o **monómero** para la formación de los **polisacáridos** que tienen una función energética, como el almidón y el glucógeno, o con una función estructural, como la celulosa de las plantas y la quitina en algunos animales (figura 2.61b).

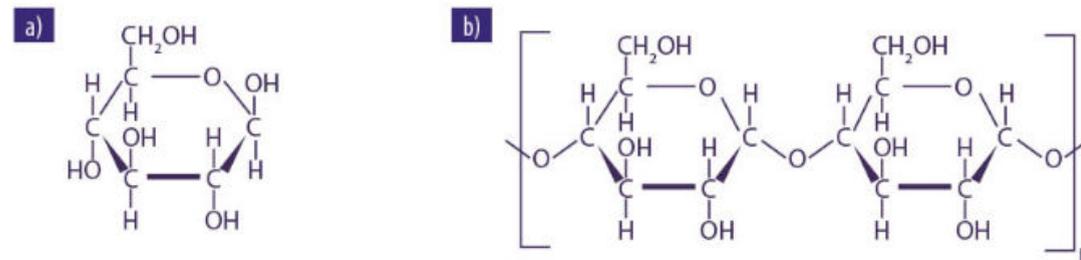


Figura 2.61 (a) Molécula de la glucosa cuya fórmula es  $C_6H_{12}O_6$ , (b) Estructura molecular del almidón, que es un polisacárido. La "n" junto a los corchetes indica que esta unión de dos monómeros se repite muchas veces.





- Explica con tus propias palabras la manera en que los átomos de carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno, fósforo y azufre, se unen para formar las moléculas de lípidos, proteínas, carbohidratos y ácidos nucleicos.
- Consulta la gráfica de la [figura 2.58](#) de la [página 126](#) y relaciona la proporción con que se encuentran los elementos más abundantes en el cuerpo humano con la tabla que acabas de completar.
- Reflexiona acerca de la importancia de alimentarte balanceadamente para el buen funcionamiento de tu cuerpo ¿Será saludable seguir esas dietas en las que se recomienda consumir un sólo tipo de biomolécula? Si conocieras a alguien que lo hace, ¿qué le dirías? Coméntalo con tus compañeros.



**Figura 2.66** Las algas verdeazules, también conocidas como **diatomeas**, son algas microscópicas que tienen una dura pared externa de sílice, que les da formas muy bellas.



**Figura 2.67** Los seres humanos debemos cuidar nuestra alimentación, pues con ella reponemos los materiales que perdemos a diario. La leche, por ejemplo, tiene carbohidratos, lípidos y proteínas.



#### Para saber más

Algunos elementos se encuentran en menor proporción en los seres vivos, pero no por eso son menos importantes. Por ejemplo:

El calcio forma parte de huesos, conchas, caparazones, y es necesario para la contracción muscular.

El sodio y el potasio participan en la transmisión del impulso nervioso.

El magnesio forma parte de la molécula de la clorofila, y el hierro de la estructura de proteínas transportadoras, como la hemoglobina de la sangre.

El silicio abunda en algunos organismos, como algas verdeazules ([figura 2.66](#)), gramíneas y equisetos.



#### RECONOCE LO QUE AHORA SABES

Todos los seres vivos estamos hechos de materia, cuyos principales componentes son el carbono, el hidrógeno y el oxígeno. En menor proporción nos forman el nitrógeno, el azufre y el fósforo y, en mucho menor cantidad, elementos traza, como el hierro, el sodio y el potasio. Los animales obtenemos todos estos materiales de los alimentos que comemos ([figura 2.67](#)).

**Comprueba cuánto has aprendido haciendo estas actividades.**

- Revisa tus respuestas de la sección "Reconoce lo que sabes", en la [página 125](#), y compáralas con lo que responderías ahora. Modifícalas si es necesario.
- Escribe un párrafo en el que menciones la importancia de los elementos químicos carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno, fósforo y azufre, para los seres vivos.
- En equipos, elijan una biomolécula y presenten una monografía sobre ella al resto del grupo. Enfaticen qué alimentos se deben comer para tener un aporte adecuado de la misma.

## 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 a través de su estructura (atómica, molecular).



#### RECONOCE LO QUE SABES

Vivimos rodeados de materiales que son muy diferentes entre sí, tanto por su estado de agregación, como por sus propiedades físicas y químicas.

En actividades anteriores te has dado cuenta de que, en muchos casos, diferentes materiales están conformados por los mismos elementos, pero macroscópicamente los vemos muy diferentes; por ejemplo, todas las biomoléculas ([figura 2.68](#)) están constituidas principalmente por carbono (C), hidrógeno (H), oxígeno (O) y nitrógeno (N), ¿recuerdas? Sin embargo, sus propiedades son diferentes y desempeñan diversas funciones en nuestro organismo ¿Por qué? Pues porque las propiedades de los materiales son consecuencia de la manera en que los átomos se unen para formar las diferentes sustancias.

#### 1. Contesta las siguientes preguntas.

- ¿Cómo supones que se unen los átomos? Elabora un dibujo para representar tus ideas.
- ¿Qué es el enlace químico?
- ¿Qué ocurre cuando se forma un enlace químico?
- ¿Qué tipo de partículas son las que participan para mantener unidos a los átomos?
- ¿Todos los enlaces químicos son del mismo tipo? ¿Por qué?

#### 2. Compara tus respuestas con las de tus compañeros, lleguen a acuerdos y comenten sus resultados con el profesor.



#### NUEVOS ELEMENTOS

En lecciones anteriores revisaste la regla del octeto, que es básica para entender por qué se produce el enlace entre los átomos; conociste la evolución histórica de la tabla periódica, una de las claves para entender la química, y ahora te preparas para revisar **la unión entre los átomos**, que conocemos como **enlace químico** y que nos lleva a comprender cómo es que se forman miles de sustancias a partir de apenas un poco más de cien elementos químicos.

Hay diferentes tipos de enlace: iónico, covalente y metálico. En esta ocasión conocerás dos modelos: el de compartición de electrones para el enlace covalente y el de transferencia de electrones para el enlace iónico.

Lección

8



**Figura 2.68** Todas las miles de biomoléculas diferentes que están presentes en nuestro organismo, como las proteínas, los lípidos, los carbohidratos y las vitaminas, están formados por la combinación de sólo unos pocos elementos.



## Taller de habilidades científicas

## Interacciones electrostáticas

Con esta actividad apreciarán macroscópicamente algunas interacciones electrostáticas.

## Habilidades y actitudes que desarrollarás

Utilizarán la estrategia POE, que significa: predice, observa y explica, además de otras habilidades como comparar e identificar. Manifestarás interés, creatividad, responsabilidad, colaboración y participación.

## Materiales y sustancias

- Una servilleta, una hoja de papel, tijeras, cinta adhesiva transparente.

## Procedimiento

- Dibujen diminutos muñequitos en un papel y recórtelos, como se observa en la figura 2.69 (utilicen una servilleta o una hoja delgada de papel).
- Corten dos tiras de 15 cm de largo de cinta adhesiva transparente y doblen uno de sus extremos, para que lo puedan manipular.
- Peguen la cinta adhesiva en una superficie lisa, como una mesa (figura 2.70).
- Piensen qué pasará si despegan al mismo tiempo las dos tiras de cinta adhesiva y las acercan una a la otra. Escriban sus predicciones de manera individual.
- Observen qué ocurre.
- Escriban de manera individual por qué suponen que ocurrió lo que vieron.
- Vuelvan a pegar una de las tiras de cinta adhesiva en la mesa. Piensen qué ocurrirá si la despegan y la acercan a los muñequitos de papel que recortaron, sin tocarlos (figura 2.71). Escriba cada uno su predicción.
- Lleven a cabo lo que se indicó y observen qué ocurre; redacten su explicación.
- En equipo, revisen las predicciones de cada uno, luego las explicaciones y juntos elaboren una explicación con la que estén de acuerdo todos.

## Análisis de resultados y conclusiones

Contesten estas preguntas.

- ¿Coinciden sus predicciones con sus observaciones? ¿Por qué?
- ¿Qué explicación dieron?
- ¿Todos dieron la misma explicación? ¿Cuáles fueron las diferencias?
- ¿En qué otros casos se puede observar un fenómeno similar?



Figura 2.69 Materiales para la actividad.



Figura 2.70 Cuando peguen las tiras, dejen un extremo libre.



Figura 2.71 Acercan la cinta adhesiva sin tocar los muñequitos.

Es probable que en la actividad anterior, tus compañeros de equipo y tú hayan pensado que hay fuerzas electrostáticas, y por eso los muñequitos de papel se unieron unos con otros. Ésta es una observación macroscópica; ahora nos internaremos a lo submicroscópico, para ver qué sucede cuando dos átomos se acercan lo suficiente e interaccionan.

Efectivamente, las **fuerzas electrostáticas** son las que intervienen en la unión de dos o más átomos para originar un **enlace químico**. ¿Y qué partículas participan? Los electrones de valencia. En algunos casos los átomos comparten esos electrones y en otros los transfieren.



Figura 2.72 El nitrógeno es líquido a  $-195.8^{\circ}\text{C}$  y 1 atm de presión. En la imagen se ve un contenedor con nitrógeno líquido, que se está abriendo. Inmediatamente pasa a estado gaseoso.

## Características de los enlaces químicos

Revisemos dos modelos de enlace: el covalente y el iónico.

En el **enlace covalente**, dos átomos **comparten sus electrones**, como lo representa el modelo de Lewis. Generalmente el enlace covalente se forma entre no metales, que son los elementos que se encuentran a la derecha de la tabla periódica, con excepción de los gases nobles. Algunos ejemplos de moléculas con un enlace covalente entre los átomos son  $\text{H}_2$  (hidrógeno),  $\text{H}_2\text{O}$  (agua),  $\text{O}_2$  (oxígeno),  $\text{CH}_4$  (metano) y  $\text{N}_2$  (nitrógeno).

Algunas de las propiedades de este tipo de moléculas son:

- Sus puntos de fusión y ebullición son bajos (figura 2.72).
- Los estados de agregación que predominan en estas moléculas son el gaseoso y el líquido; sin embargo, también puede haber sólidos.
- Generalmente no se disuelven en agua, sino en algún disolvente orgánico, como el benceno.
- En estado líquido no conducen la electricidad.
- Pueden formar enlaces dobles (caso del oxígeno) o triples (caso del nitrógeno); estos dos son más fuertes que el enlace sencillo.
- Comparten los electrones para completar el octeto de Lewis y con ello adquirir una estructura más estable.

Observa en la figura 2.73 la representación de la formación de la molécula agua ( $\text{H}_2\text{O}$ ) de acuerdo con el modelo de Bohr.

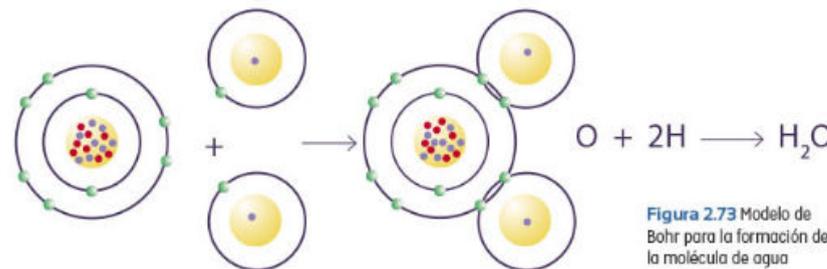


Figura 2.73 Modelo de Bohr para la formación de la molécula de agua



## Intérn@te

Al estudiar temas nuevos, tal vez te preguntes: "¿Y esto para qué me va a servir? ¿Por qué debo estudiar esto?". Pues bien, en la actividad anterior apreciaste las interacciones electrostáticas desde lo macroscópico. Ahora mira en este sitio los peligros que evitarás si sabes por qué suceden: Carlos Daimiel, "La electricidad estática: ¿un simple susto o peligro real?", en *Gestión Práctica de Riesgos Laborales*, núm. 32, noviembre de 2006, disponible en <http://www.redir.mx/SQCS-133a>.

En este sitio encontrarás una simulación interactiva del enlace covalente: <http://www.redir.mx/SQCS-133b>.

Observa videos de enlace covalente e iónico: <http://www.redir.mx/SQCS-133c>.

Observa ahora la molécula con el modelo de Lewis:



En el modelo de **enlace iónico** hay una **transferencia de electrones** y generalmente se efectúa entre metales y no metales (los elementos de los grupos 1 y 2 con los de los grupos 16 y 17 de la tabla periódica).

Algunos ejemplos de moléculas en las que los átomos están unidos mediante enlace iónico son: cloruro de potasio (KCl), cloruro de sodio (NaCl), cloruro de calcio (CaCl<sub>2</sub>), yoduro de potasio (KI), cloruro de magnesio (MgCl<sub>2</sub>), bicarbonato de sodio (NaHCO<sub>3</sub>) y sulfato de magnesio (MgSO<sub>4</sub>).

Las principales propiedades de este tipo de moléculas son:

- Sus puntos de fusión y ebullición son altos.
- Son sólidos y forman redes cristalinas.
- Se disuelven en agua, en la que forman iones positivos y negativos.
- Fundidas y en disolución conducen la electricidad.
- Son quebradizas, por lo que se rompen cuando se les golpea.
- El átomo que cede electrones adquiere una carga positiva y se transforma en un catión y el átomo que gana electrones adquiere una carga negativa y se transforma en un anión.

Observa en la **figura 2.74** la representación de la formación del cloruro de sodio (NaCl) de acuerdo con el modelo de Bohr.

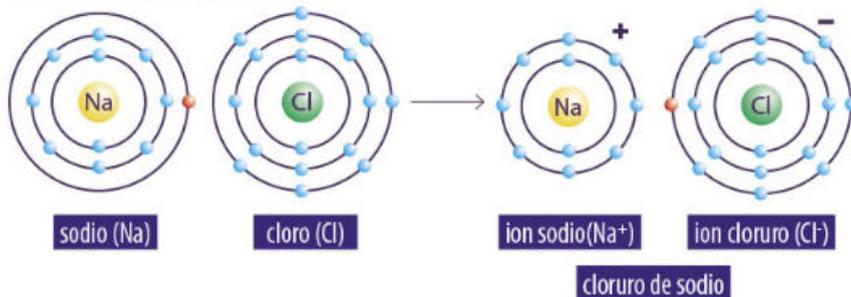
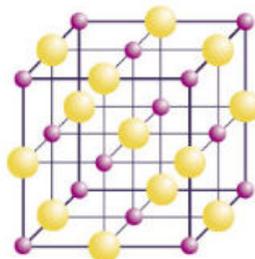


Figura 2.74 Representación de la formación del cloruro de sodio con el modelo de Bohr.



● Cl<sup>-</sup> ● Na<sup>+</sup>

Figura 2.75 Red cristalina del cloruro de sodio.

En el modelo de Lewis, que ya habíamos visto previamente, se muestra la transferencia de un electrón del átomo de sodio al átomo de cloro en la formación del cloruro de sodio, de esta manera cada átomo queda con ocho electrones en su última capa y adquiere una estructura más estable.



En estado sólido, los compuestos iónicos forman una red cristalina de iones positivos y negativos (**figura 2.75**), así las fuerzas de atracción entre iones de carga opuesta alcanzan su máximo y las de repulsión entre iones de la misma carga se reducen al mínimo.

En los compuestos iónicos, los iones están fuertemente enlazados y no tienen la libertad para moverse y conducir la corriente eléctrica, pero si éstos se funden o disuelven en agua, los iones se mueven libremente bajo la influencia eléctrica y conducen la electricidad. Su alto punto de fusión es consecuencia de las fuertes atracciones electrostáticas entre los cationes sodio y los aniones cloruro, y en la estructura de la red cristalina cada ion sodio atrae a seis iones cloruro, que a su vez atraen a seis iones sodio cada uno. Los compuestos iónicos por lo general son sustancias muy duras, aunque frágiles.

Glosario

**Electrólito:** sustancia que en disolución produce iones. Esta disolución conduce la corriente eléctrica.



Sal y azúcar

1. Lee con atención el siguiente texto.

En la mesa de casi todas las cafeterías podemos esperar encontrar dos sustancias cristalinas blancas: sal de mesa y azúcar granulada. A pesar de su aspecto tan similar, la sal y el azúcar son muy diferentes en su composición química. La sal de mesa es cloruro de sodio, NaCl, que se compone de iones sodio, Na<sup>+</sup>, y iones cloruro, Cl<sup>-</sup>. El azúcar granulada no contiene iones; más bien, consta de moléculas de sacarosa, C<sub>12</sub>H<sub>22</sub>O<sub>11</sub>, en las que existen fuertes enlaces covalentes entre los átomos de cada molécula. El cloruro de sodio NaCl se disuelve en agua para producir iones en disolución —el NaCl es un **electrólito**— mientras que una solución acuosa de sacarosa contiene moléculas de sacarosa —la sacarosa es un no electrólito—. ¿Por qué algunas sustancias se componen de iones y otras de moléculas? (**Figura 2.76**)

Tomado de Theodore L. Brown et al., *Química la ciencia central*, México, Pearson, 2004.



Figura 2.76 ¿Sal o azúcar? A simple vista es imposible saberlo.

2. Investiga qué otras sustancias iónicas y covalentes hay con una apariencia similar a la sal.

- Compáralas y haz un cuadro en el que anotes sus diferencias y similitudes.
- Anota sus fórmulas y desarrolla los modelos de Bohr y Lewis.



Taller de habilidades científicas

Enlaces químicos y propiedades de las sustancias

El objetivo de esta actividad es que tú y tu equipo observen algunas propiedades de sustancias que tienen enlaces iónicos y de otras con enlaces covalentes.

Habilidades y actitudes que aplicarás

Manejo de equipo, plantear hipótesis, diseñar experimentos, observar, comparar resultados, identificar, analizar, reportar. Manifiestarás interés, creatividad, responsabilidad, colaboración y participación.

Materiales y sustancias

- 5 g de las siguientes sustancias: sal de mesa, sal de grano, azúcar (sacarosa), bicarbonato de sodio, sal de Epsom (sulfato de magnesio) y alambre de cobre; además, agua destilada, cucharitas de plástico (las que se usan para la nieve), agitador de vidrio, lupa, linterna o lámpara, 12 vasos de precipitados de 50 ml o frascos de alimento para bebé, vacíos y limpios, cucharilla de combustión o recipiente de barro pequeño, lámpara de alcohol, mechero, pinzas para tubo de ensayo o pinzas de madera para ropa, trapo para limpiar la mesa de trabajo, el circuito eléctrico que utilizaron en la actividad de la **página 107**.

**Procedimiento**

1. Observen con la lupa cada una de las sustancias y anoten sus características en la tabla.
2. Coloquen sobre una hoja de papel un poco de cada sustancia y observen con la lupa ¿qué ven? Alumbren con una lamparita, gírenla sobre la sustancia, ¿ven algún brillo?
3. Tomen un poco de cada sustancia y colóquenla en la cucharilla de combustión o en el recipiente de barro. Calienten en el mechero y registren en cuánto tiempo empezaron a presentarse cambios.
4. Ahora coloquen cada sustancia en un vaso de precipitados o frasco. Usen el circuito eléctrico para ver si conducen la electricidad en estado sólido. Agreguen a cada uno de los vasos un poco de agua destilada. Agiten y observen.
5. Con el dispositivo de conductividad vean si conducen o no la electricidad (figura 2.77). No olviden enjuagar el aparato después de cada prueba. También determinen la conductividad del agua destilada. Anoten sus resultados en la tabla.
6. Depositen en los frascos que contienen las disoluciones, más sal y azúcar, respectivamente, para hacer las disoluciones saturadas. Calienten. Dejen los frascos sobre un plato y observen al pasar los días qué sucede. Hagan una predicción sobre qué sucederá. Anótenla en su cuaderno.
7. Investiguen cuáles son las propiedades de las sustancias: punto de fusión, estado físico, solubilidad en agua.

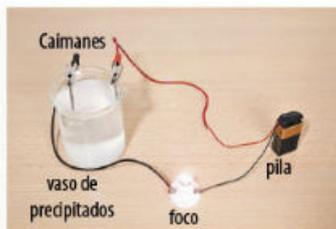


Figura 2.77 Dispositivo para detectar la conductividad de disoluciones acuosas.

**Análisis de resultados y conclusiones**

1. Utilicen el siguiente cuadro para registrar sus observaciones:

Sustancia	Fórmula	Características físicas	Estado físico antes del calentamiento	Estado físico después del calentamiento	¿Se fundió en la cucharilla?		¿Se disolvió en agua?		¿Conduce la electricidad en estado sólido?		¿Conduce la electricidad en disolución acuosa?	
					Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No
Cloruro de sodio	NaCl											
Sacarosa	C <sub>12</sub> H <sub>22</sub> O <sub>11</sub>											
Bicarbonato de sodio	NaHCO <sub>3</sub>											
Sal de Epsom	MgSO <sub>4</sub>											
Alambre de cobre	Cu											

2. Comenten con sus compañeros de equipo los resultados de su investigación, tengan en cuenta las propiedades de las sustancias con enlaces iónicos y con enlaces covalentes. Lleguen a una conclusión.
3. De manera individual contesten las siguientes preguntas.
  - ¿Cuáles son las principales diferencias microscópicas entre la estructura de la sal y el azúcar?

- ¿Con estas diferencias en la estructura se explican las diferencias en las propiedades de las sustancias? ¿Por qué?
  - ¿Qué sustancias tienen enlaces iónicos? ¿Por qué?
  - ¿Qué sustancias tienen enlaces covalentes? ¿Por qué?
  - ¿La estructura de las sustancias se relaciona con sus propiedades?
  - ¿Cuáles son las partículas que mantienen unidos a los átomos?
4. Comenten sus respuestas con sus compañeros de equipo, lleguen a acuerdos y hagan una plenaria con sus compañeros de grupo y junto con el profesor lleguen a acuerdos.

**RECONOCE LO QUE AHORA SABES**

Las diferencias en las propiedades de los materiales que nos rodean se originan por la manera en que los átomos que componen las sustancias se combinan y unen; por ejemplo, las fuertes atracciones electrostáticas que se presentan en la red cristalina del cloruro de sodio le confieren sus características peculiares. La unión entre átomos para formar moléculas se denomina **enlace químico**. Los enlaces químicos dependen del número de electrones de valencia de los átomos que se unen; los electrones de valencia los mantienen unidos.

1. Revisa tus respuestas de la sección “Reconoce lo que sabes” en la página 131 y compáralas con lo que responderías ahora. Modifícalas si es necesario. Compara con tus compañeros de equipo tus respuestas, discutan sus resultados y lleguen a acuerdos, que presentarán al grupo.

2. En equipo, elaboren un mapa conceptual en un cartel que incluya las siguientes palabras:

átomos, protones, enlaces, masa atómica, cloro molecular (Cl<sub>2</sub>), sustancias moleculares, intercambio de electrones, fluoruro de magnesio (MgF<sub>2</sub>), número atómico, enlace iónico, enlace covalente, neutrones, redes cristalinas, electrones, núcleo, órbita, comparte pares electrones, cloruro de sodio (NaCl), yodo molecular (I<sub>2</sub>)

3. En equipo, elaboren modelos moleculares de compuestos covalentes. Empleen materiales diversos como bolas de unicel, bolitas de plastilina, malvaviscos, bombones, gomitas, palillos, estambre, espagueti o cualquier otro que se les ocurra (figura 2.78).
4. Observen el modelo reticular del cloruro de sodio (figura 2.75, página 134) y elaboren uno semejante con los mismos materiales.
  - Una vez que lo tengan listo muéstrenlo a sus compañeros del grupo y expliquen en qué consiste su modelo.
  - Traten de quitar el átomo que se encuentra al centro de la red.
    - » ¿Qué ocurre?
    - » ¿Por qué suponen que pasó esto?
    - » ¿Qué relación tiene esto con la elevada temperatura de fusión del cloruro de sodio?
    - » ¿Por qué los compuestos iónicos no son moleculares?
5. Al final, organicen una exposición con todos los modelos que elaboraron.

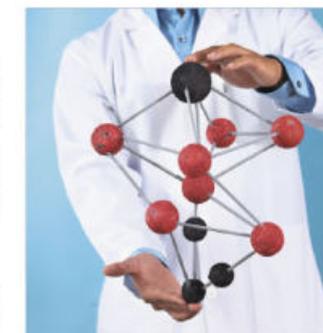


Figura 2.78 La elaboración de modelos moleculares ayuda a comprender la disposición de los átomos en el espacio.

## Ahora tú explora, experimenta y actúa. Integración y aplicación

### 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.

### Proyecto 1 ¿Cuáles elementos químicos son importantes para el buen funcionamiento de nuestro cuerpo?

#### FASE I: INICIO

Es tiempo de llevar a cabo su primer proyecto de este bloque. En esta ocasión podrán vincular sus conocimientos sobre aquellos elementos químicos importantes para la salud y el funcionamiento de nuestro organismo. Ya saben que los elementos que conforman la materia viviente son carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno, fósforo y azufre (C, H, O, N, P y S) y que con ellos se forman las biomoléculas: carbohidratos, proteínas, lípidos y ácidos nucleicos que conforman a todos los seres vivos, entre ellos, los seres humanos (figura 2.79). Ahora es necesario considerar a los minerales, las vitaminas y el agua.

Lean el siguiente texto y coméntenlo con sus compañeros de equipo.

#### ¿Debemos repensar la dieta en función de micronutrientes?

¿Qué pasaría si a la hora de decidir qué alimentos consumir no sólo pensáramos en las grasas, proteínas y carbohidratos? En los últimos años los micronutrientes (las vitaminas y minerales) están cobrando cada vez más interés. Si bien los macronutrientes (las tres grandes categorías arriba mencionadas) se clasifican gran parte de lo que comemos, especialistas en nutrición consideran que son los micronutrientes los que realmente ayudan a mantenernos sanos.

"Los alimentos que comemos están llenos de micronutrientes, que según sabemos ahora, activan y desactivan células por receptores que están diseñados para encontrar y escuchar a estos micronutrientes [...] Creo que en la próxima década vamos a aprender mucho sobre cómo lo que comemos actúa en nuestro cuerpo de una forma que no nos hemos imaginado".

Tomado de Gabriela Torres, "¿Debemos repensar la dieta en función de micronutrientes?", en *BBC Mundo*, 13 de abril de 2013, disponible en [http://www.bbc.co.uk/mundo/noticias/2013/04/130327\\_salud\\_micronutriente\\_nutricion\\_finde\\_gtg.shtml](http://www.bbc.co.uk/mundo/noticias/2013/04/130327_salud_micronutriente_nutricion_finde_gtg.shtml) (Consulta: 6 de juli 2013).

Analicen la siguiente información y elaboren un cuestionario base para discutir la importancia de los elementos químicos en el cuerpo humano. Discutan en equipo su cuestionario y elaboren uno que sea representativo de la opinión de todo el equipo. Les servirá para llevar a cabo un panel de discusión con todo el grupo.

Las **vitaminas** son sustancias químicas que el organismo no sintetiza y que se encuentran en los alimentos. No son una fuente de energía, sólo intervienen para facilitar el metabolismo de las biomoléculas en los seres vivos. La vitamina D es la única que sintetiza el organismo.

Los **minerales** son nutrimentos inorgánicos cuya función en el desarrollo del cuerpo y el crecimiento de sus células es muy importante. En realidad, lo que se encuentra en el organismo son los **sales minerales** de los elementos que se enlistan en el cuadro 2.7, a las que comúnmente se les denomina simplemente "minerales". Éstos se requieren en muy pequeñas cantidades; por ejemplo, uno de los minerales más necesarios es el calcio, indispensable para la formación de huesos y dientes. Los minerales de desecho o los que ingerimos en exceso son excretados por medio del sudor y de la orina.

Cuadro 2.7 Función de algunos minerales en el organismo

Mineral	Interviene en...
calcio	formación de huesos y dientes; coagulación sanguínea
yodo	funcionamiento de la glándula tiroides
hierro	formación de glóbulos rojos de la sangre
magnesio	músculos y huesos fuertes; activa enzimas en la síntesis de proteínas.
fósforo	producción de energía, dientes y huesos fuertes, equilibrio ácido-base
potasio	balance de fluidos en las células y equilibrio ácido-base, función nerviosa
sodio	balance de agua y equilibrio ácido-base, función nerviosa
azufre	formación de células del cuerpo
cinc	formación de enzimas; función del gusto y olfato
flúor	mantiene la estructura dental y ósea.
cloro	equilibrio ácido-base, formación de jugos gástricos

Es importante recordar que para que los minerales y la mayoría de nutrimentos sean absorbidos por las células es indispensable **el agua** (figura 2.80). Más de tres cuartas partes de nuestro cuerpo está formado por este líquido. En el cuerpo, los alimentos y gases se transportan en medio acuoso, es decir, disueltos en agua. Ya aprendiste que durante la digestión participan varios líquidos, todos ellos ricos en agua: saliva, jugos gástricos, bilis, jugo pancreático y jugos intestinales.

Los productos de desecho son expulsados del cuerpo mediante la orina, el sudor y las heces, que tienen alto contenido de agua. Ésta también regula nuestra temperatura, lubrica las articulaciones y contribuye de manera decisiva a dar estructura y forma al cuerpo por medio de la rigidez que proporciona a los tejidos, ya que este líquido no se comprime tan fácilmente. Además, una hidratación adecuada contribuye a mantener la piel tersa, el cabello lustroso y las uñas sanas. El agua es necesaria para la vida de todos los seres vivos y si dejáramos de tomarla moriríamos en pocos días.

Las frutas y los vegetales son los alimentos que contienen más agua. A continuación mostramos algunos beneficios que el agua nos brinda (figura 2.81).

- Compone la mayoría de las células de nuestro cuerpo.
- Es la porción más grande de nuestros sistemas sanguíneo y linfático, en los que transporta alimento y oxígeno a las células, y desecha desperdicios.
- Limpia nuestros riñones de sustancias tóxicas.
- Balancea nuestros electrolitos, que nos ayudan a controlar la presión sanguínea.
- Humedece nuestros ojos, boca y cavidades nasales.
- Mantiene al cuerpo fresco cuando hace calor y aislado cuando hace frío.
- Actúa como un amortiguador para los órganos del cuerpo.
- Mejora la concentración y el tiempo de reacción, en particular cuando practicamos ejercicio.
- Aumenta el número de calorías que se queman durante las actividades diarias.
- Diluye y dispersa las medicinas, por lo que éstas actúan más rápida y efectivamente; al mismo tiempo evita el malestar estomacal causado por su concentración.



Figura 2.80 La salud de los huesos depende en buena medida de la presencia en el organismo de minerales como calcio, fósforo, magnesio y flúor, pero también del agua.

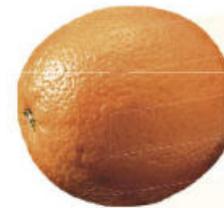


Figura 2.81 La masa de una naranja contiene más de 75% de agua.

**I. Contaminación por plomo en D. F. disminuirá capacidades en niños**

Especialistas del taller para periodistas "Cambio climático: retos y oportunidades para México", organizado por la Fundación Ealy Ortiz y la Semarnat, alertan sobre las repercusiones del plomo y el mercurio en los menores.

"La contaminación por plomo y mercurio en la Ciudad de México provocará que los niños disminuyan sus capacidades intelectuales", advirtió Josh Graff Zivin, especialista de la Escuela de Relaciones Internacionales y Estudios del Pacífico de la Universidad de California en San Diego.\*

Tomado de Noemí Gutiérrez, "Contaminación por plomo en D. F. disminuirá capacidades en niños", en *El Universal*, 12 de agosto de 2009, disponible en <http://www.eluniversal.com.mx/notas/618779.html> (Consulta: 6 de julio 2013).

**II. México esconde el cadmio debajo de la alfombra**

"A pesar del daño que causa el cadmio a la salud humana y al ambiente, México no cuenta con ningún plan en marcha para reducir la presencia de este metal en juguetes y productos industriales como baterías y fertilizantes."

Tomado de Emilio Godoy, "México esconde el cadmio debajo de la alfombra", en *IPS Noticias*, 3 de noviembre de 2011, disponible en <http://www.ipsnoticias.net/2011/11/mexico-esconde-el-cadmio-debajo-de-la-alfombra/> (Consulta: 6 de julio 2013).

**III. Metales pesados en la zona costera del Golfo de México y Caribe mexicano**

Es notable que las actividades humanas e industriales en la zona costera del Golfo de México han incrementado significativamente los niveles de metales pesados Hg y Pb en Veracruz (Laguna de Pueblo Viejo y Río Coatzacoalcas), Tabasco (Laguna de las Ilusiones) y en menor magnitud Campeche (Laguna de Términos); mientras que en Quintana Roo (Laguna de Nichupté), de acuerdo con el único dato hasta ahora obtenido, el impacto de la contaminación por metales pesados en el Caribe Mexicano es todavía nulo, lo que es congruente con la ausencia de actividad industrial en la zona.

Tomado de Susana Villanueva y Alfonso V. Botello, "Metales pesados en la zona costera del Golfo de México y el Caribe mexicano", en *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, vol. 8, núm. 1, 1992.

**FASE 3: DESARROLLO**

Ahora que han seleccionado un tema para plantear el problema por resolver, es necesario que lleven a cabo las siguientes acciones. Asignen roles para que cada alumno haga una actividad en el equipo.

1. Revisen los contenidos del bloque y elaboren un mapa conceptual en el que relacionen todos ellos. De esta manera, les será fácil relacionar estos contenidos con el desarrollo de su proyecto.
2. Seleccionado el tema, decidan en dónde buscarán información para el desarrollo del proyecto. Seleccionen palabras y conceptos clave que consideren necesarios para llevar a cabo una búsqueda que les brinde suficiente información.
3. Reconocidos los contenidos del bloque, el tema y el tipo de información que investigarán, procedan a plantear un problema al que darán solución con el desarrollo de su proyecto. Recuerden que puede ser un proyecto ciudadano, tecnológico o científico.

4. Planteen las preguntas que por ahora consideren importantes resolver para la elaboración de su proyecto. Reorientenlas cuando lo consideren necesario.
5. Redefinan el problema a resolver como proyecto de investigación.

Lleven a cabo todas las actividades que hasta ahora han planeado: consultas, experimentación, vistas, encuestas, etc. No olviden llevar una bitácora en la que se registre el avance del proyecto.

**FASE 4: COMUNICACIÓN**

De manera paralela a las diferentes fases de desarrollo de su proyecto tengan presente cómo comunicarán sus resultados. Esta comunicación debe considerar: el logro alcanzado al relacionar los contenidos del bloque con el tema de su proyecto, la vinculación que encuentren con otras asignaturas de cursos anteriores o de este mismo curso. Busquen una forma creativa de difusión de sus resultados ante su comunidad: periódico mural, folletos, videos, audio, exposición, etcétera.

**FASE 5: EVALUACIÓN**

Con esta fase se cierra el proyecto. Para ello pueden diseñar cuestionarios con los aspectos que les interesen y luego contestarlos (trabajen en su bitácora). Revisenlos conforme avance el ciclo escolar y encontrarán cosas interesantes. Si lo hacen, sus resultados serán cada vez más satisfactorios. En el cuadro 2.8 les damos algunos ejemplos de preguntas para autoevaluarse, las cuales son útiles para todos los proyectos que hayan elegido. Procuren contestarlas con honestidad.

Cuadro 2.8 Guía para evaluar el proyecto de bloque 2

Preguntas	¿Sí o no?	¿En qué evidencias nos basamos para saberlo?	¿Cómo mejoraríamos?
¿Planteamos una situación problemática de nuestro interés para resolverla de acuerdo con las propiedades de los materiales o la conservación de la masa?			
Con base en la situación problemática, ¿planteamos premisas, supuestos y alternativas de solución?			
Con la finalidad de dar seguimiento al proyecto, ¿planteamos la mejor estrategia en equipo?			
¿Seleccionamos la información más conveniente para nuestro proyecto, la organizamos y la utilizamos a lo largo del proceso?			
¿Aplicamos algunos de los fundamentos básicos que se utilizan en la investigación científica escolar o en la experimentación?			
¿Conocimos y presentamos a la comunidad algunas estrategias para evitar impactos en la salud debidos a algunos contaminantes?			
¿Argumentamos las implicaciones sociales de nuestros resultados?			
¿Comunicamos de manera eficiente los resultados de nuestra investigación científica?			
¿Evaluamos las implicaciones de los elementos en la salud y el medio ambiente?			
¿Evaluamos los aciertos y las debilidades del proceso que seguimos durante el desarrollo del proyecto?			

Reactivo 1

Instrucciones

- a. Lee la reseña de una investigación científica y analiza el fragmento de la tabla periódica que la acompaña.
- b. A continuación contesta en tu cuaderno las preguntas que aparecen después del texto.

Legend for the periodic table fragment:

- Actínidos
- Metales del bloque p
- No metales
- Gases nobles
- Sólido
- Líquido
- Gaseoso
- Sintético

El 2 de diciembre de 2010, la doctora Felisa Wolfe-Simon, del Instituto de Astrobiología de la NASA, y sus colegas publicaron en la revista *Science* que habían descubierto una bacteria que puede vivir y crecer en arsénico.

En el resumen de su artículo, los científicos expresaban que la vida se compone comúnmente por elementos como carbono, hidrógeno, nitrógeno, oxígeno, azufre y fósforo, y que con estos seis elementos se forman los ácidos nucleicos, carbohidratos, proteínas y lípidos.

Sin embargo, según los investigadores, con este descubrimiento se presenta una nueva forma de vida, ya que la cepa de bacterias *Halomonadaceae* del lago Mono, ubicado en el estado de California, en lugar de usar fósforo en su composición química, utiliza arsénico (un veneno para todos los demás seres vivos), y se encontró que éste forma parte de sus ácidos nucleicos y proteínas, es decir, en lugar de fosfatos ( $PO_4^{3-}$ ), tiene arseniatos ( $AsO_4^{3-}$ ).

Tiempo después, la comunidad científica presentó dos estudios diferentes en los que se descubrió que el medio a partir del cual se desarrolló la investigación de la doctora Wolfe-Simon contenía suficiente contaminación de fosfato como para ayudar al crecimiento de la bacteria, y que ésta era un tipo de **extremófilo** bien adaptado que vive en un entorno con grandes cantidades de arsénico, pero que es capaz de capturar fosfato bajo duras condiciones, situación que ayudó a explicar por qué la *Halomonadaceae* puede crecer incluso cuando hay arsénico presente en su célula.

Traducido y adaptado de Felisa Wolfe-Simon, Jodi Switzer Blum et al., "A Bacterium That Can Grow by Using Arsenic Instead of Phosphorus", en *Science*, vol. 332, núm. 6034, pp. 1163-1166, 3 de junio de 2011, disponible en <http://www.sciencemag.org/content/332/6034/1163.full>. (Consulta: 11 de julio de 2013).

Glosario

**Extremófilo:** microorganismo que vive en condiciones extremas de temperatura, salinidad, oscuridad o presión.

Preguntas

1. ¿Por qué es importante esta información para la comunidad científica?
2. Con base en tus conocimientos y la evidencia que te proporciona la tabla periódica, argumenta por qué son semejantes el arsénico y el fósforo.
3. ¿Qué habrá hecho la doctora Wolfe-Simon respecto a las críticas a los resultados de su investigación?
4. ¿Consideras que para dar validez a los resultados de la investigación bastaría con las comparaciones que se hicieron entre los elementos de la tabla periódica? Argumenta tu respuesta.
5. ¿Cómo supones que fue el rigor científico en la metodología que utilizaron la doctora Wolfe-Simon y su equipo?
6. De acuerdo con el texto, ¿consideras que a la postre el arsénico sea considerado como bioelemento? ¿Por qué?

Reactivo 2

Instrucciones

- a. Lee detenidamente el siguiente artículo.

En el año de 1996, un grupo de científicos alemanes encabezado por el doctor Sigurd Hofmann, descubrió el "superpesado" elemento químico 112 utilizando experimentos de fusión. Tuvieron que pasar 13 años para que éste fuera añadido oficialmente a la tabla periódica. Su nombre es **copernicium (Cn)** en honor al astrónomo polaco Nicolás Copérnico. Y es que para evitar las controversias científicas, la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (IUPAC, por sus siglas en inglés) confirmó el hallazgo del nuevo elemento en junio de 2009 y dio todavía seis meses para que la comunidad científica discutiera sobre la denominación sugerida. De esta manera se hizo pública su inclusión el 19 de febrero de 2010.



Acelerador de partículas Cockcroft-Walton en el Laboratorio Fermi.

Para crear el elemento 112, el equipo del profesor Hofmann utilizó un acelerador de partículas de 120 m de largo para disparar un rayo de átomos cargados de cinc (o iones de cinc) a átomos de plomo. Así, los núcleos de los dos elementos se fusionaron para formar el núcleo de un nuevo elemento. Estos núcleos, además de ser enormes y pesados, son también inestables porque se descomponen poco después de haberse formado —los investigadores mencionan que en este caso son milisegundos—. El equipo de trabajo del doctor Hofmann repitió varias veces el experimento para asegurar su existencia y el análisis de sus resultados mostró que se trataba del elemento 112.

Pero ese tipo de experimentos hasta 1996 había producido muy pocas fusiones exitosas, y los científicos necesitan aceleradores cada vez más poderosos para llevar a cabo las pruebas durante más tiempo y encontrar los elusivos elementos inestables. Por eso ha tomado tanto tiempo —más de una década— que la IUPAC reconozca al elemento 112. Para la fecha en que se hizo público dicho elemento, se habían detectado 118 elementos, pero sólo se habían reconocido oficialmente 106.

Adaptado de BBC Ciencia, "Copernicium es el nombre del nuevo elemento", en BBC Mundo, 16 de julio de 2009, disponible en [http://www.bbc.co.uk/mundo/ciencia\\_tecnologia/2009/07/090716\\_1733\\_nombre\\_elemento\\_jg.shtml](http://www.bbc.co.uk/mundo/ciencia_tecnologia/2009/07/090716_1733_nombre_elemento_jg.shtml). (Consulta: 11 de julio de 2013).

Preguntas

1. Observa en la tabla periódica cuántos elementos existen. ¿Hay más de los 106 elementos que se mencionan en este artículo? ¿Por qué? Argumenta tu respuesta.
2. ¿Por qué la IUPAC tardó 13 años en reconocer el elemento 112?
3. ¿Cómo se les asigna el nombre a los elementos?
4. ¿Por qué la IUPAC se toma la atención de dar seis meses antes de asignar el nombre del elemento?
5. Un vez que se han fusionado los núcleos de cinc y de plomo para originar otro elemento cuyo núcleo es inestable, ¿en qué supones que se descompone?
6. ¿Un elemento creado artificialmente, cuyo tiempo de "vida" es del orden de milisegundos, tendrá alguna utilidad? Fundamenta tu respuesta.
7. Si fueras un reportero de la sección científica de un periódico, ¿qué le preguntarías al doctor Sigurd Hofmann? Escribe tres preguntas que le harías.

**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 orientados a la cultura de la prevención.
- » Comprensión de los alcances y limitaciones de la ciencia y del desarrollo tecnológico en diversos contextos.

**BLOQUE 3****La transformación de los materiales:  
la reacción química**

Aprendizajes esperados	Contenidos
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Describe algunas manifestaciones de cambios químicos sencillos (efervescencia, emisión de luz o calor, precipitación, cambio de color).</li> <li>• Identifica las propiedades de los reactivos y los productos en una reacción química.</li> <li>• Representa el cambio químico mediante una ecuación e interpreta la información que contiene.</li> <li>• Verifica la correcta expresión de ecuaciones químicas sencillas con base en la Ley de conservación de la masa.</li> <li>• Identifica que en una reacción química se absorbe o se desprende energía en forma de calor.</li> </ul>	<b>IDENTIFICACIÓN DE CAMBIOS QUÍMICOS Y EL LENGUAJE DE LA QUÍMICA</b> <b>Lección 1.</b> Manifestaciones y representación de reacciones químicas (ecuación química)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identifica que la cantidad de energía se mide en calorías y compara el aporte calórico de los alimentos que ingiere.</li> <li>• 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.</li> </ul>	<b>¿QUÉ ME CONVIENE COMER?</b> <b>Lección 2.</b> La caloría como unidad de medida de la energía. Toma de decisiones relacionada con: los alimentos y su aporte calórico
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Explica la importancia del trabajo de Lewis al proponer que en el enlace químico los átomos adquieren una estructura estable.</li> <li>• Argumenta los aportes realizados por Pauling en el análisis y la sistematización de sus resultados al proponer la tabla de electronegatividad.</li> <li>• 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.</li> </ul>	<b>TERCERA REVOLUCIÓN DE LA QUÍMICA</b> <b>Lección 3.</b> Tras la pista de la estructura de los materiales: aportaciones de Lewis y Pauling. Uso de la tabla de electronegatividad
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Compara la escala astronómica y la microscópica considerando la escala humana como punto de referencia.</li> <li>• Relaciona la masa de las sustancias con el mol para determinar la cantidad de sustancia.</li> </ul>	<b>COMPARACIÓN Y REPRESENTACIÓN DE ESCALAS DE MEDIDA</b> <b>Lección 4.</b> Escalas y representación. Unidad de medida: mol
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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.</li> <li>• Sistematiza la información de su investigación con el fin de que elabore conclusiones, a partir de gráficas, experimentos y modelos.</li> <li>• Comunica los resultados de su proyecto de diversas maneras utilizando el lenguaje químico, y propone alternativas de solución a los problemas planteados.</li> <li>• Evalúa procesos y productos de su proyecto, y considera la efectividad y el costo de los procesos químicos investigados.</li> </ul>	<b>PROYECTOS: AHORA TÚ EXPLORA, EXPERIMENTA Y ACTÚA (PREGUNTAS OPCIONALES) INTEGRACIÓN Y APLICACIÓN</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Cómo elaborar jabones?</li> <li>• ¿De dónde obtiene la energía el cuerpo humano?</li> </ul>



En los bloques anteriores estudiaste que todo lo que nos rodea guarda relación con las transformaciones de los materiales, es decir, con los cambios o reacciones químicas. Basta pensar en los alimentos que comes; las transformaciones que presentan cuando se cocinan son una sucesión de reacciones químicas, que los dejan listos para que los comas y liberen la energía que poseen.

Las reacciones pueden representarse mediante ecuaciones: la herramienta fundamental de cualquier curso de química. En este bloque estudiarás la reacción química, cómo se manifiesta, sus diferentes clasificaciones y la manera de representarla; además conocerás una nueva unidad de medida: el mol. Así, aprenderás más del lenguaje que sirve para interpretar los fenómenos químicos que observamos cotidianamente.

## Identificación de cambios químicos y el lenguaje de la química

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.

#### RECONOCE LO QUE SABES

En la naturaleza ocurren muchos cambios. Los observas en la evaporación del agua de los lagos al amanecer y en los colores del arcoíris y del cielo al atardecer; las hojas de los árboles cambian de color en otoño y las jacarandas y los tabachines florecen en primavera. El agua se condensa alrededor de tu bebida helada, la mantequilla se derrite sobre tu panecillo y las frutas cambian de color cuando ya están maduras.

También puedes ver cómo crecen los árboles gracias a la luz del sol, la fuente principal de energía de todos los seres vivos, que es transformada por las plantas para dar lugar a las biomoléculas, que a su vez, son consumidas por otros organismos para obtener energía; todo esto, mediante la reacción de la fotosíntesis (figura 3.1).

1. Lee con atención el siguiente texto y luego haz lo que se te pide.

Hoy en la mañana desperté con muchas ganas de asistir a la escuela. Lo primero que hice fue lavarme la cara, ponerme la ropa (muy limpia por cierto) y desayunar (figura 3.2); comí dos quesadillas de queso con guacamole ¡qué me encantan! Además tomé un vaso de jugo de naranja con mucho hielo. Después me lavé los dientes, me puse la mochila y salí corriendo. Me subí a un transporte, pero me tuve que bajar porque de pronto se jaló, salió mucho humo del motor y ya no prendió. ¡Uy! ¡Y yo con prisa! Por fortuna, mi amigo Miguel iba a la escuela en su bicicleta y me dio un aventón.

- Anota en una lista todas las acciones que hizo José antes de llegar a la escuela y anota en cuáles de ellas hubo algún cambio químico.
- Escribe con tus propias palabras qué es un cambio químico, qué un cambio físico, cómo diferencias a uno del otro y qué significa para ti el término **reacción química**.
- Menciona algunas reacciones químicas que conozcas.

#### NUEVOS ELEMENTOS

Uno de los principales temas de estudio de la química son los cambios de la materia; algunos de ellos son físicos, como los cambios de estado del agua, y otros son químicos, como el proceso de digestión que se lleva dentro de tu organismo. Pero, ¿cómo los diferenciamos?, ¿qué características tiene cada uno?

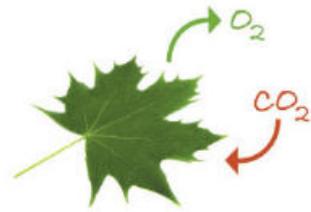


Figura 3.1 En 1842, Robert Meyer publicó que la luz solar aportaba la energía para la formación de los productos fotosintéticos.



Figura 3.2 Para mantener un adecuado aporte nutricional y mejorar el rendimiento intelectual y físico, lo mejor es desayunar de manera balanceada.

Se dice que un **cambio físico** es un proceso en el que la composición de las sustancias permanece igual antes y después del cambio, a diferencia del **cambio o reacción química**, en el que una o varias sustancias se originan a partir de una u otras diferentes. En una reacción química hay una reorganización de los átomos o iones de las sustancias iniciales para formar estructuras diferentes a las iniciales, es decir, sustancias diferentes (figura 3.3).

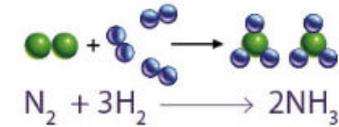


Figura 3.3 En este ejemplo, los átomos de nitrógeno y de hidrógeno, separados en un inicio, se acomodan de otra manera al terminar la reacción.

Algunos expertos comentan que no hay un límite definido entre ambos cambios porque a veces es difícil diferenciarlos. Veamos mediante una serie de actividades si puedes encontrar algunos parámetros que te ayuden a distinguirlos.



Taller de habilidades científicas

### ¿Es un cambio físico o químico?

Con esta actividad observarán algunos cambios físicos y otros químicos. La ruta que seguiremos ya la conocen; empezarán por los aspectos macroscópicos y luego continuarán con lo submicroscópico hasta llegar finalmente a la parte simbólica de la química.

#### Habilidades y actitudes que aplicarás

Manipular materiales, observar, recoger y organizar información relevante, comparar, compartir resultados, predecir, plantear hipótesis, identificar, diferenciar, explicar, interpretar de manera activa. Manifestar interés, creatividad, responsabilidad, colaboración y participación.

#### Experimento 1. Cambios de estado

##### Materiales y sustancias

- 50 ml de agua, plumón indeleble, frasco vial o envase de alimentos para bebé

##### Procedimiento

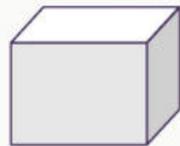
1. Anoten todas las características de las sustancias o mezclas con las que están trabajando. Este ejercicio resulta más interesante hacen descripciones muy detalladas.
2. Tomen el recipiente y agreguen agua hasta la mitad y marquen con un plumón una línea que señale el nivel del agua. Anoten en la tabla las características que observan (1).
3. Ahora metan el recipiente al congelador, dejen que pasen por lo menos dos horas y observen. Anoten en la tabla las características que observan (2). Por seguridad, no olviden el recipiente de vidrio en el refrigerador porque se puede romper.
4. Dejen el recipiente en la mesa. Cuando el agua esté líquida, anoten sus características y compárenlas con las del inicio (3).

#### Análisis de resultados y conclusiones

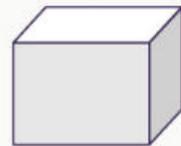
1. Registren sus observaciones en una tabla como ésta.

¿Qué tenemos?	¿Qué hicimos?	¿Qué sucedió?	¿Por qué pasó?
agua líquida (1)			
agua sólida (2)			
agua líquida (3)			

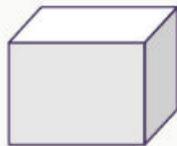
2. Hasta ahora se ha trabajado lo macroscópico, pero estudiemos lo submicroscópico. Imaginen que pueden observar las moléculas del agua en cada uno de los pasos que efectuaron ¿Cómo creen que estarían acomodadas? Dibújalas dentro de los cubos.



Agua a temperatura ambiente (1)



Agua congelada (2)



Agua a temperatura ambiente (3)

3. Contesten.

- ¿Hubo algún cambio entre el agua del inicio y la del final del proceso? ¿Qué cambio creen que se efectuó? Justifiquen su respuesta.
- ¿Hay alguna diferencia entre las moléculas del inicio y las del final del proceso? Justifiquen su respuesta.
- ¿Observaron la variación del volumen cuando el agua pasó de estado líquido al estado sólido? ¿Cambiará también la densidad? Justifiquen su respuesta.
- Cuando el agua volvió a ser líquida, ¿llegó al nivel que habían marcado anteriormente con el plumón? ¿El cambio observado fue físico o químico? ¿Por qué?

**Experimento 2. Precipitación de proteínas de la leche**

**Materiales y sustancias**

- 20 ml de leche, 5 ml de vinagre, 5 ml de jugo de limón, tres frascos viales o envases de alimentos para bebé, plumón indeleble, dos jeringas para inyectar insulina



Figura 3.4 Apariencia de los tres frascos

**Procedimiento**

1. Tomen tres frascos viales o recipientes de alimento para bebés o vasos de gelatina y marquen cada uno con un número del 1 al 3.
2. Viertan leche cada recipiente hasta la mitad. Procuren que todos tengan la misma cantidad.
3. Al recipiente 1 agreguen una cucharada de vinagre. Al recipiente 2 agreguen una cucharada de jugo de limón. Al recipiente 3 no le agreguen nada porque será su **testigo**. En experimentación, el **testigo** es la muestra que no se somete a tratamiento y sirve para comparar lo que ocurre con las otras preparaciones.
4. Agiten con cuidado, observen lo que pasa y llenen la tabla de la sección de análisis de resultados (figura 3.4). ¿Hubo alguna diferencia con el testigo? ¿Qué fue lo que ocurrió? ¿Qué se formó? ¿En cuál de los frascos se observa más sólido? Escribanlo en el cuaderno.

**Análisis de resultados y conclusiones**

1. Completen en el cuaderno el cuadro siguiente.

¿Qué tenemos?	¿Qué hacemos?	¿Qué sucedió?	¿Por qué pasó?
leche con vinagre			
leche con jugo de limón			
leche			

2. Si pudieran observar las moléculas de las sustancias que conforman los productos de la reacción (visión **submicroscópica**) ¿Cómo creen que las verían? ¿Creen que mediante algunos cambios físicos o químicos la leche volverá a verse como al inicio, en el aspecto **macroscópico**? Respondan en el cuaderno.



Se decantan los líquidos en la tarja con abundante agua y los sólidos se colocan en una toalla de papel y se depositan en la basura.

3. Hagan la representación submicroscópica de los productos de la reacción dentro de cubos como los del experimento anterior.

4. Argumenten en el cuaderno si el cambio observado en la leche es químico o físico.

**Experimento 3. Cambio de color**

**Materiales y sustancias**

- Un trozo de papa, una manzana, una galleta, un plato de barro o cerámica, frasco vial o envase de alimento para bebé, tintura de yodo-lugol



Figura 3.5 Tengan cuidado de que el yodo-lugol no toque su piel y ropa.

**Procedimiento**

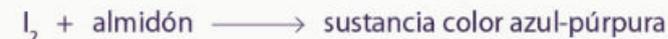
1. Tomen un trozo de papa, uno de manzana y una galleta, y colóquenlos sobre el plato.
2. Agreguen dos gotas de tintura de yodo-lugol a cada una de las muestras de alimentos (figura 3.5).

**Análisis de resultados y conclusiones**

1. Describan lo que observaron en un cuadro como el siguiente. Háganlo en el cuaderno.

Alimento	¿Qué hacemos?	¿Qué sucedió?	¿Por qué pasó?
papa			
galleta			
manzana			

2. Para determinar la presencia de almidón en los alimentos, se utiliza la **prueba del yodo**. Cuando entra en contacto el almidón con el ión yodo-yoduro, se forma un color azul-púrpura profundo (figura 3.5).



3. Contesten en el cuaderno: ¿qué cambios observaron en cada uno de los alimentos? ¿A qué atribuyen las diferencias? ¿Los cambios son físicos o químicos? ¿Este proceso se lleva a cabo en su organismo? Expliquen dónde y cómo.

**Manejo de residuos**

Los residuos sólidos se desechan en el bote de basura.

**Experimento 4. Efervescencia**

**Materiales y sustancias**

- 50 ml de vinagre, ½ cucharada de bicarbonato de sodio (NaHCO<sub>3</sub>), plumón indeleble, globo pequeño, envase de plástico PET de 600 ml



Los residuos de esta actividad son inocuos por lo que los líquidos se pueden desechar por la tarja con agua y los sólidos se colocarán en el bote de basura. El recipiente y el globo servirán para otros experimentos por lo que hay que lavarlos.

**Procedimiento**

1. Coloquen el bicarbonato de sodio (NaHCO<sub>3</sub>) dentro del globo y agreguen 20 ml de vinagre al envase de plástico PET.
2. Sujeten el globo en la boca del recipiente y vacíen el bicarbonato de sodio (NaHCO<sub>3</sub>) del globo. Agiten y vean qué sucede. Anoten sus observaciones en su cuaderno (figura 3.6).



Figura 3.6 Procuren que el globo quede bien ajustado a la boca del recipiente.

**Análisis de resultados y conclusiones**

- ¿Qué cambios se observaron en cada uno de los reactivos?
- ¿Al terminar el proceso se mantuvieron sus características macroscópicas?
- ¿Qué es lo que se conserva y qué es lo que cambia? ¿A qué atribuyes las diferencias?
- ¿Los cambios fueron físicos o químicos?
- Si pudieras observar las moléculas, ¿cómo se verían? Dibújalas.

**Recapitulemos**

Después de hacer los experimentos, es oportuno que revisen los resultados de su trabajo y lleguen a acuerdos con sus compañeros. Si en los experimentos las propiedades de las sustancias se conservan, el cambio que ocurrió fue físico, pero si no se conservan, el cambio fue químico. Completen en el cuaderno el siguiente cuadro.

Identificación del cambio ocurrido		
Experimento	¿Cambio químico o físico?	¿Por qué?
1. Cambio de estado del agua		
2. Precipitación de proteínas		
3. Cambio de color al agregar yodo		
4. Eferescencia		



**Para saber más**

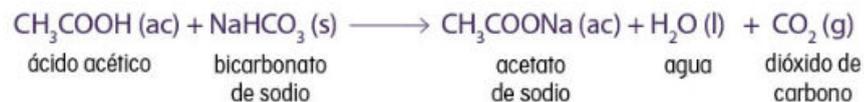
La prueba del yodo se utiliza también para indicar el grado de madurez de las frutas. Si la fruta está inmadura tiene altas cantidades de almidón y dará como resultado el color púrpura, de lo contrario no. María Xóchitl Bonilla et al., ¿Qué pasa con lo que comemos?, México, INEE, El cuerpo humano como sistema, 2012. Disponible en línea: <http://www.redir.mx/SQCS-152>.

**La representación simbólica de las reacciones químicas**

En el cuarto experimento del taller anterior se llevó a cabo una reacción química y observaste que las sustancias del inicio del experimento eran distintas a las del final. Durante la reacción se produjo gas, lo que hizo que el globo se inflara, mientras que lo que quedó en el recipiente fue acetato de sodio disuelto en agua.

Se representan simbólicamente las reacciones químicas por medio de **ecuaciones químicas**. La ecuación química es la representación que se hace por medio de fórmulas y símbolos de la reorganización que se lleva a cabo entre los átomos en una reacción química.

La reacción que se llevó a cabo en el experimento fue la siguiente:



La importancia de las ecuaciones químicas radica en que nos ofrecen la información necesaria para interpretar la reacción que se lleva a cabo. Considerando la ecuación anterior, la información es la siguiente:

1. En una reacción química las sustancias que se transformarán se encuentran a la izquierda de la flecha de reacción y se les conoce como **reactivos**.
2. La flecha  $\longrightarrow$  significa que las sustancias de la izquierda se transforman en las de la derecha.
3. Sobre la flecha se puede asentar información adicional, como uso de electricidad, disolventes o catalizadores.
4. Las sustancias que resultan de la transformación de los reactivos se encuentran a la derecha de la flecha y se les llama **productos**. Así, en términos generales una reacción química se representa como:



5. Se muestran las **fórmulas moleculares** de las sustancias, como por ejemplo, CH<sub>3</sub>COOH (ácido acético), y NaHCO<sub>3</sub> (bicarbonato de sodio).
6. Las abreviaturas (g), (l) y (s) indican los estados de agregación de las sustancias, sean gases, líquidos y sólidos; (ac) indica que el reactivo se utilizó en disolución acuosa.
7. La energía en forma de calor requerida o liberada en la reacción se señala con la letra griega Δ (delta). Cuando se coloca en los reactivos significa que la reacción requiere energía para llevarse a cabo, es decir, es **endotérmica**. Cuando la delta se coloca en los productos significa que la reacción es **exotérmica**, es decir, que se libera energía.
8. Una flecha hacia arriba (↑) a un lado de su fórmula molecular significa que en una reacción se forma un producto que se desprende como **gas** y una flecha hacia abajo (↓).
9. Los **subíndices** nos indican la cantidad o proporción de cada uno de los elementos en una molécula. Cuando no aparece un número escrito, significa que sólo hay un átomo de ese elemento en la molécula. Por ejemplo, la molécula de bicarbonato de sodio, NaHCO<sub>3</sub>, está formada por un átomo de sodio, uno de hidrógeno, uno de carbono y tres de oxígeno. Veamos otro ejemplo: los elementos que constituyen la molécula de la glucosa, C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>, son el carbono (C), hidrógeno (H) y oxígeno (O). Por los subíndices sabemos que la molécula está formada por seis átomos de carbono, 12 átomos de hidrógeno y seis átomos de oxígeno.
10. Los **coeficientes** son los números que aparecen a la izquierda de las fórmulas moleculares de las sustancias y nos indican el número de moléculas de cada sustancia que intervienen en la reacción.

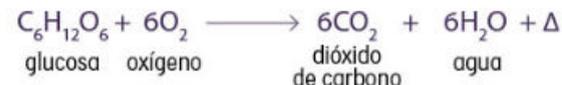


**Intérn@te**

Mira en el siguiente enlace algunas reacciones químicas para enriquecer lo que sabes del tema: <http://www.redir.mx/SQCS-153a>.

En este sitio hay una simulación de un tipo de reacción química: <http://www.redir.mx/SQCS-153b>.

A continuación aparece la ecuación de la reacción de la respiración aerobia, que es el proceso mediante el cual obtenemos la energía de los alimentos:



La ecuación escrita indica que una molécula de glucosa reacciona con seis moléculas de oxígeno y que se producen seis moléculas de dióxido de carbono y seis de agua, y que se desprende energía.

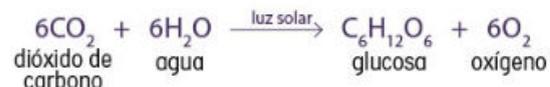
Estos coeficientes nos ayudan a verificar que en la ecuación que representa a la reacción se cumpla la ley de la conservación de la masa, ¿la recuerdas? En la ecuación química, el número de átomos que hay en la parte de la izquierda (los reactivos), debe ser el mismo que el número de átomos que hay en la derecha (los productos).

En la reacción de la respiración aerobia se tiene el siguiente número de átomos en los productos y en los reactivos:

Conservación de la masa en la reacción de la respiración aerobia

Elemento	Número de átomos en reactivos	Número de átomos en productos
carbono	6	6
hidrógeno	12	12
oxígeno	18	18

Ahora haz el mismo ejercicio para la reacción de la fotosíntesis:



Conservación de la masa en la reacción de la fotosíntesis

Elemento	Número de átomos en reactivos	Número de átomos en productos
carbono		
hidrógeno		
oxígeno		

Para saber más

Si te fijas bien, te darás cuenta de que la fotosíntesis y la respiración aerobia son dos procesos inversos. En el primero, los reactivos son el dióxido de carbono y el agua, mientras que en el segundo son los productos.

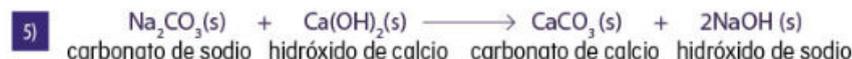
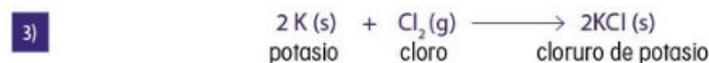
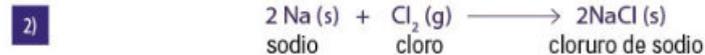
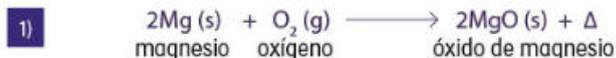
Las plantas y algas son los seres que hacen posible que se mantengan el resto de los seres vivos, pues ellas transforman el CO<sub>2</sub> en materiales nutritivos, como la glucosa.



Activa tus competencias El lenguaje de la química

En esta actividad identificarás los reactivos y productos de varias reacciones químicas, identificarás la información que proporciona cada ecuación química y verificarás si se cumple la ley de la conservación de la masa.

1. Reúnete con tus compañeros de equipo para revisar las siguientes ecuaciones químicas y completar las tablas que aparecen después.



Identificación de los reactivos y productos en una ecuación química

Reacción	Reactivos y su estado de agregación	Productos y su estado de agregación
1		
2		
3		
4		
5		

Verificación de la ley de la conservación de la masa

Ecuación química	Elemento	Número de átomos en los reactivos	Número de átomos en los productos
$2\text{Mg} (s) + \text{O}_2 (g) \longrightarrow 2\text{MgO} (s) + \Delta$ magnesio    oxígeno                      óxido de magnesio			
$2\text{Na} (s) + \text{Cl}_2 (g) \longrightarrow 2\text{NaCl} (s)$ sodio    cloro                      cloruro de sodio			
$2\text{K} (s) + \text{Cl}_2 (g) \longrightarrow 2\text{KCl} (s)$ potasio    cloro                      cloruro de potasio			
$\text{CH}_4 (g) + 2\text{O}_2 (g) \longrightarrow \text{CO}_2 (g) + 2\text{H}_2\text{O} (g)$ metano    oxígeno                      dióxido de carbono    agua			
$\text{Na}_2\text{CO}_3 (s) + \text{Ca}(\text{OH})_2 (s) \longrightarrow \text{CaCO}_3 (s) + 2\text{NaOH} (s)$ carbonato de sodio    hidróxido de calcio    carbonato de calcio    hidróxido de sodio			

2. Con ayuda de su profesor revisen los resultados de la actividad. Corrijan si es necesario.



Taller de habilidades científicas

Electrólisis del agua

En esta actividad observarán cómo un compuesto se puede descomponer en los elementos que lo forman.

Habilidades y actitudes que desarrollarás

Manipular materiales, observar, predecir, plantear hipótesis, identificar, diferenciar, explicar, interpretar de manera activa. Manifestar interés, creatividad, responsabilidad, colaboración y participación

**Materiales y sustancias**

- Disolución acuosa de sulfato de sodio ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) (elaborada disolviendo una cucharadita en medio litro de agua; éste será el electrolito); una pila alcalina de 6 o 9 V, 2 jeringas de 5 ml, dos electrodos de acero inoxidable (clips, agujas de canevá o clavos o puntillas gruesas de lápiz o lapicero de grafito), silicón y un recipiente de boca ancha y de poco fondo en el que se puedan meter las dos jeringas en posición invertida.

**Procedimiento**

1. Preparen el dispositivo para el experimento. Para hacerlo se puede utilizar cualquiera de los electrodos que se mencionan en los materiales. Por ejemplo, si van a usar las agujas de canevá, que sean de las más largas que encuentren. A la jeringa se le quita el émbolo y se coloca la aguja de tal manera que entre a la jeringa a través de su orificio de salida, dejando aproximadamente 1 cm de la aguja fuera de la misma; se pone una gota de silicón para que quede bien sellado y se deja solidificar. Para probar si quedó bien sellado, introduzcan aire soplando por la entrada del émbolo y a un lado de la punta coloquen su dedo para detectar si se sale el aire. Si sienten que se sale tienen que poner más silicón y dejar secar.
2. Llenen las jeringas con el electrolito y colóquenlas boca abajo, tapándolas con el dedo para que se mantengan llenas dentro del recipiente de boca ancha, que a su vez debe contener electrolito suficiente para impedir que se vacíen las jeringas y les entre aire, además de cerrar el circuito.
3. Conecten los electrodos a la pila y dejen pasar la corriente. Identifiquen cual es el electrodo positivo y cual es el negativo. Observen y anoten que sucede en cada electrodo. Esperen por lo menos 10 minutos y observen los volúmenes de gas producidos en cada jeringa (figura 3.7).

**Análisis de resultados y conclusiones**

1. Los gases que se forman como producto de la electrólisis del agua son hidrógeno y oxígeno. ¿Cómo identificarían cada uno de los gases que se forman? Investiguen sus propiedades y decidan cómo hacer la identificación. Recuerden que el hidrógeno es combustible y el oxígeno es comburente. Comprueben cuál es cuál.
2. Contesten en equipo las siguientes preguntas.
  - ¿En qué proporción se obtiene cada gas?
  - ¿Qué gas se produce en el electrodo positivo?
  - ¿Qué gas se produce en el electrodo negativo?
3. Escriban la ecuación química balanceada que representa la reacción de la electrólisis del agua.
4. Investiguen acerca de la electrólisis del agua y en qué se utiliza esta reacción. Busquen los beneficios relacionados con la sustentabilidad.
5. Presenten los resultados de su trabajo a sus compañeros de grupo.

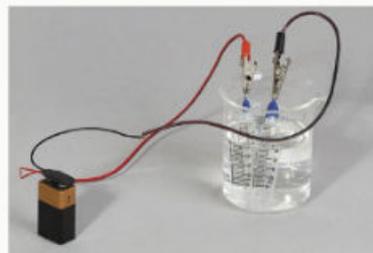


Figura 3.7 En esta imagen se muestra cómo se arma el equipo. Observen que el volumen de los gases se determina con en las jeringas.

En la actividad anterior, presenciaste una reacción química conocida como **reacción de descomposición**, porque a partir de una sustancia se formaron dos, ya que partimos del agua líquida y obtuvimos oxígeno e hidrógeno en estado gaseoso. La reacción que se llevó a cabo se ilustra en la figura 3.8.

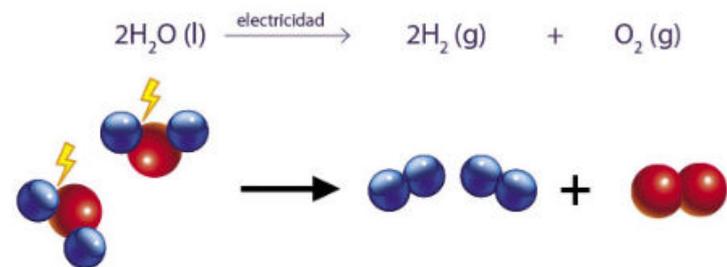


Figura 3.8 Representación de la descomposición electrolítica del agua

En toda reacción química está involucrada cierta cantidad de energía, que puede ser absorbida o liberada al exterior. En la siguiente actividad observarás una **reacción química exotérmica**, que es aquella en la que se libera energía en forma de calor a diferencia de las **reacciones químicas endotérmicas**, que requieren energía para llevarse a cabo.

Taller de habilidades científicas **Reacción exotérmica**

En esta actividad observarán una **reacción exotérmica**.

**Habilidades y actitudes que desarrollarán**

Manipular materiales, observar, predecir, plantear hipótesis, identificar, diferenciar, explicar, interpretar de manera activa. Manifiestar interés, creatividad, responsabilidad, colaboración y participación

**Materiales y sustancias**

- 8 cm de cinta de magnesio, pinzas de metal, cerillos, gafas protectoras

**Procedimiento**

1. Colóquense las gafas protectoras y utilicen su bata de algodón.
2. Tomen la cinta de magnesio con las pinzas.
3. Acerquen un cerillo encendido al magnesio y observen.

**Análisis de resultados y conclusiones**

1. Piensen qué tipo de reacción presenciaron, ¿exotérmica o endotérmica? Justifiquen su elección.
2. Investiguen en la biblioteca o Internet la ecuación química de la reacción.
  - Indiquen los reactivos y productos.
  - Indaguen la temperatura que alcanza la reacción.
  - Las propiedades de los reactivos y los productos.

- Discutan si en la reacción que ocurrió se cumple la ley de la conservación de la masa. Elaboren una justificación para entregar al profesor.
- Busquen otros ejemplos de reacciones exotérmicas y endotérmicas.



Figura 3.9 No importa el tipo de queso, todos se elaboran a partir de la coagulación de la proteína de la leche llamada caseína.



Figura 3.10 Cámara fotográfica antigua. El cubo que está en la parte superior contiene cuatro focos con filamento de magnesio.



Figura 3.11 Extintor antiguo, que funcionaba a base de CO<sub>2</sub>.



Para saber más

Desde la Antigüedad, los seres humanos han sabido aprovechar las reacciones químicas. Ejemplos de ello es la fermentación del jugo de uva para producir vino, la de la masa, para elaborar pan, y la de la leche, para fabricar queso. El primer paso en el proceso de elaboración del queso es la precipitación de la caseína, una proteína de la leche. Puede hacerse de dos maneras: una, mediante la adición del cuajo (una enzima) y la otra, mediante la adición de ácidos. Tres cuartas partes de las proteínas de la leche son caseína (figura 3.9).

Otro uso que se le daba a las reacciones químicas era para tomar fotografías en la oscuridad. En 1930, los flashes de las cámaras fotográficas eran de un filamento de magnesio en un atmósfera de oxígeno, que se incendiaba para iluminar el escenario (figura 3.10). Ahora las cámaras fotográficas tienen lámparas de gas xenón y los celulares usan diodos emisores de luz (leds, en inglés).

Otro ejemplo de reacciones químicas puede encontrarse en los extintores utilizados a principios del siglo xx, que liberaban agua y dióxido de carbono. Éste era producido instantáneamente por la reacción de una disolución de bicarbonato de sodio con ácido sulfúrico contenido en un compartimento en el interior del extintor y que se combinaban cuando el extintor se invertía (figura 3.11).



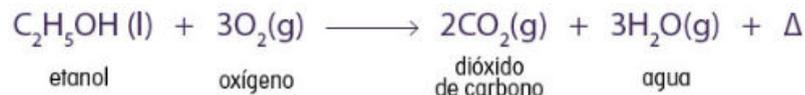
RECONOCE LO QUE AHORA SABES

Un cambio químico se conoce como **reacción química**. En este proceso una o más sustancias llamadas **reactivos**, por efecto de un factor energético, se transforman en otras denominadas **productos**. Esas sustancias pueden ser elementos o compuestos.

Las reacciones químicas se expresan mediante **ecuaciones químicas**, que son descripciones simbólicas que muestran las sustancias que reaccionan y las sustancias que se obtienen. Las ecuaciones también nos indican las cantidades relativas de las sustancias que participan en la reacción.

Revisa tus respuestas de la sección "Reconoce lo que sabes" en la página 146 y compáralas con las que darías ahora. Modifícalas si es necesario.

- La combustión del etanol, que es un alcohol, se produce según la siguiente reacción:



- ¿Cuáles son los reactivos? ¿Cuáles los productos?
- ¿Cuántas moléculas de dióxido de carbono se producen?, ¿cómo lo sabes?
- ¿Qué significan las abreviaturas (l) y (g)?
- ¿Qué significa el símbolo Δ?
- ¿Qué significan los números 3 y 2 que están junto al símbolo del oxígeno (3O<sub>2</sub>)?
- ¿Es una reacción endotérmica o exotérmica? Explica por qué.

## ¿Qué me conviene comer?

La caloría como unidad de medida de la energía. Toma de decisiones relacionada con: los alimentos y su aporte calórico.

Lección



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.



RECONOCE LO QUE SABES

En los últimos años, muchos niños y jóvenes mexicanos han adquirido problemas de **sobrepeso** debido a la excesiva ingesta de alimentos que contienen grasa y carbohidratos (frituras, golosinas y refrescos), a que pasan mucho tiempo frente a la computadora o el televisor, y a que no practican actividades físicas (figura 3.12).

- Lee con atención el siguiente párrafo y comenta con tus compañeros de equipo su significado. Posteriormente, responde de manera individual las preguntas que se te plantean.

México se encuentra atrapado entre "una **paradoja**": por un lado, tiene un grave problema de obesidad y, por otro, un problema de desnutrición, reflexionó José Narro Robles, rector de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

Tomado de "México, atrapado entre obesidad y desnutrición", en sumedico.com, 31 de enero de 2013, disponible en <http://www.sumedico.com/nota14254.html> (Consulta: 6 de julio 2013).

- ¿Sabes qué significa el término **obesidad**? Escribe lo que sepas acerca de este tema.
  - ¿En qué consiste la desnutrición? Escribe lo que conoces del tema.
  - ¿Cómo se mide la cantidad de energía que aportan los alimentos?
  - ¿Qué es una caloría?
  - ¿Cuántas calorías tienen los alimentos que consumes frecuentemente?
  - ¿En qué consiste una dieta saludable?
- Al terminar compara tus respuestas con las de tus compañeros de equipo, lleguen a acuerdos y comuníquenlos al grupo y al profesor.



NUEVOS ELEMENTOS

"Si de obesidad infantil se trata, México tiene el primer lugar": en México, 7 de cada 10 adultos y 1 de cada 3 escolares y adolescentes padecen obesidad, es decir, tienen sobrepeso (figura 3.13). Entre las causas que ocasionan este problema se encuentran el estilo de vida sedentario y una alimentación rica en grasas en la dieta de las personas. Se sabe que anualmente 25% de la mortalidad nacional se debe a ello. Las consecuencias de la obesidad son la diabetes y enfermedades cardiovasculares y cerebrovasculares. ¿Qué es lo que podemos hacer ante este padecimiento?



Figura 3.12 Entre los jóvenes, los videojuegos han sustituido las actividades al aire libre.



Glosario

**Paradoja:** contradicción.



Figura 3.13 La vida sedentaria y el consumo excesivo de alimentos ricos en grasas han dado a México el primer lugar en obesidad juvenil.

Intérn@te

Acuerdo Nacional para la Salud Alimentaria. Estrategia contra el Sobrepeso y la Obesidad: <http://www.redir.mx/SQCS-160a>.

Guía de activación física. Educación Secundaria: <http://www.redir.mx/SQCS-160b>.

Un menú saludable. El bien comer: <http://www.redir.mx/SQCS-160c>.

<http://www.redir.mx/SQCS-160d>.

Las modas alimentarias: <http://www.redir.mx/SQCS-160e>.

Empecemos por definir algunos conceptos que te ayudarán a entender el tema. La **obesidad** es una enfermedad que se caracteriza por el exceso de grasa corporal en el organismo. Se presenta cuando la ingesta de calorías es mayor en comparación con las que el organismo gasta, lo que genera un desbalance alimentario. Es un problema que normalmente se acompaña de un estilo de vida carente de actividad física y un bajo consumo de agua, frutas, verduras, cereales de granos enteros y leguminosas.

El término **nutrimento** (lípidos, carbohidratos, proteínas, vitaminas, minerales y agua) se refiere a la sustancia necesaria para que el organismo lleve a cabo sus funciones metabólicas. Los nutrimentos se clasifican en esenciales (los que el organismo no sintetiza y es necesario consumir) y los no esenciales (que sí son sintetizados por el organismo).

Cuadro 3.1 Nutrimentos esenciales para el ser humano

Vitaminas liposolubles	Proteínas (aminoácidos esenciales)	Minerales
A, D, E y K	histidina	calcio
	isoleucina	fósforo
Vitaminas hidrosolubles	leucina	magnesio
tiamina	lisina	hierro
riboflavina	fenilalanina	cinc
niacina	valina	cobre
vitamina B6	treonina	manganeso
ácido pantoténico	triptófano	yodo
ácido fólico	metionina	selenio
biotina		Electrólitos
vitamina B12		sodio, potasio y cloro
ácido ascórbico	Lípidos, grasas	
Carbohidratos	ácido linoleico	Agua
glucosa	ácido alfa-linolénico	
polisacáridos		

Tomado de G. Velázquez, *Fundamentos de alimentación saludable*, Medellín, Universidad de Antioquia, 2006, p. 4.

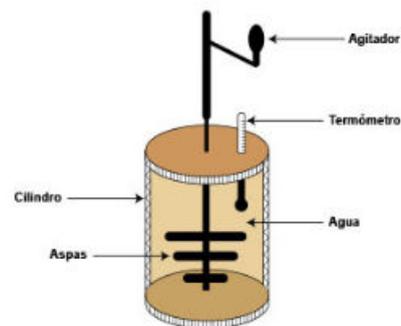


Figura 3.14 Con el calorímetro se llevan a cabo las reacciones para determinar la cantidad de energía de los alimentos.

El **metabolismo** es el conjunto de reacciones químicas que se efectúan dentro y fuera de las células, por las cuales se transforman los nutrientes en energía y en materiales para construir nuevas estructuras. La cantidad mínima de energía que requiere una persona cuando está en reposo, se conoce como **índice de metabolismo basal**. Éste depende de factores como la edad, el sexo, el estado general de salud y la actividad que lleve a cabo la persona.

Para determinar la energía de los alimentos se calcula el **calor de combustión**, que es la cantidad de calor liberada cuando se quema completamente un gramo de una sustancia en condiciones de temperatura y presión constantes; en esta reacción se produce dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y agua (H<sub>2</sub>O). El experimento se lleva a cabo a alta presión en una bomba calorimétrica que contiene oxígeno (figura 3.14).



Taller de habilidades científicas

¿Qué es lo que comemos?

En esta actividad observarán la energía que se libera cuando se queman los alimentos.

Habilidades y actitudes que desarrollarás

Observar, comparar, predecir, plantear hipótesis, identificar. Manifestarás interés, creatividad, responsabilidad y colaboración.

Materiales y sustancias

- Una aguja larga de canevá, goma para borrar, cerillos, un plato de barro o cerámica, cacahuates y nueces (tres de cada uno), frituras, papel de estraza (bolsas de papel que se usan para el pan).

Procedimiento

- Coloquen, uno a la vez, cada uno de los alimentos (cacahuete, nuez y fritura) en el centro de un trozo de papel de estraza, y aplástenlo con su mano o algún objeto pesado. ¿Qué es lo que ven? ¿De qué son esas manchas? ¿Qué contienen los cacahuates y las nueces? ¿Qué contienen las frituras?
- Con mucho cuidado, monten el dispositivo de la figura 3.15.
- Prendan el cacahuete con un cerillo. Tengan a la mano un vaso con agua para apagar el cerillo. Observen y registren lo que sucede.
- Cuando se haya enfriado su sistema de estudio, tomen con sus dedos los productos de la reacción ¿Qué se siente? ¿Qué suponen que es?
- Hagan predicciones acerca de lo que observarán si queman una nuez y una fritura. Llévelo a cabo y comenten con sus compañeros sus observaciones (figura 3.16).



Figura 3.15 Así debe quedar el dispositivo.



Figura 3.16 Observen el tamaño de la flama y cuánto dura encendida con cada alimento.

Análisis de resultados y conclusiones

Reflexionen sobre lo que observaron y contesten en el cuaderno lo siguiente.

- ¿Hubo cambios en el cacahuete, la nuez y la fritura? Describanlo.
- ¿Se trata de cambios químicos o cambios físicos? ¿Por qué?
- ¿Se llevó a cabo algún tipo de reacción? Justifiquen su respuesta.
- ¿Qué fue lo que se liberó? Describanlo.
- ¿Coinciden sus predicciones con sus observaciones? ¿Por qué?
- ¿De qué manera pueden aprovechar los resultados de esta experiencia para tomar decisiones sobre su alimentación? Comenten con sus compañeros cómo utilizarían estos resultados.



Para saber más

El cacahuete es una leguminosa que aporta gran cantidad de nutrientes importantes para nuestro organismo: cada 100 g de cacahuete nos provee de 546 kcal de energía; 23.7% de su masa se compone de proteínas, 21.5% de carbohidratos, 49.7% de lípidos y 296-39% de fibra.

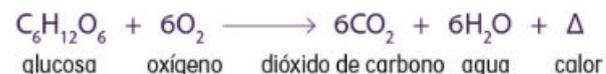


Figura 3.17 Las sardinas y las nueces son una fuente saludable de ácidos grasos.

Como aprendiste en el bloque anterior, los ácidos grasos son los principales componentes de los lípidos y los principales proveedores de energía. El 40% de las necesidades energéticas diarias de los individuos son satisfechas por los ácidos grasos que se incluyen en la dieta (figura 3.17).

La reacción que llevaste a cabo en el experimento es una **reacción de combustión**. En este caso, un combustible (el cacahuete) se quema en un ambiente donde hay oxígeno (el del aire) para liberar una gran cantidad de energía. Este proceso químico también ocurre en las células; es precisamente en las mitocondrias de las células del hígado donde se metabolizan los ácidos grasos, que se oxidan para originar una gran cantidad de energía, dióxido de carbono y agua.

Una reacción similar ocurre con los carbohidratos. Observa la reacción de la combustión de la glucosa (¿recuerdas que ya la habías visto con el nombre de **respiración aerobia**?):



### ¿Cómo se mide la energía que requiere el cuerpo? La caloría como unidad de medida de la energía

La **energía** que proviene de los alimentos se transforma de manera que es utilizada para efectuar las diversas funciones del organismo, como lo vimos en el bloque anterior. En la actualidad, podemos conocer los requerimientos de energía de cada uno de nosotros de acuerdo con nuestra edad, sexo, talla y actividad física. Cada vez hay más información para saber la cantidad de calorías que debemos consumir.

Revisa diversas etiquetas de alimentos. Te darás cuenta de que en ellas la energía se reporta en calorías. Es éste un momento oportuno para definir las (figura 3.18).

Tradicionalmente, una caloría se ha definido como la cantidad de calor que se requiere para elevar 1 °C la temperatura de 1 g de agua, esto es, de 15 °C a 16 °C. Como esta cantidad es muy pequeña, por lo general se expresa el contenido energético de los alimentos en kilocalorías (kcal). Una kcal corresponde a 1000 calorías y popularmente se hace referencia a ella como Caloría, con **C** mayúscula. Por esta razón, la kilocaloría o Caloría es la cantidad de calor necesaria para aumentar 1 °C la temperatura de 1000 g de agua, de 15 °C a 16 °C. Cabe mencionar que en el Sistema Internacional (SI), la unidad de medida de la energía es el Joule (J), aunque la kcal es la que más se utiliza. La equivalencia entre ambas unidades de energía es la siguiente:

$$1 \text{ cal} = 4.184 \text{ J}$$

Galletas Cuquita	
Información nutrimental	
Tamaño de porción: 31.5 g	
Contenido energético: 609 kJ (145 kcal)	
Grasas (lípidos)	6.8 g
Sodio	135 mg
Carbohidratos	19.8 g
Proteínas	2.3 g

Figura 3.18 Todos los alimentos procesados e industrializados deben exhibir el aporte nutrimental y energético.



### Activa tus competencias ¿Qué es lo que como?

Esta actividad te ayudará a reconocer las biomoléculas que contienen los alimentos que consumes, la energía que liberan y a que reflexiones, a partir de esos datos, si tu dieta es adecuada o si requieres modificarla.

1. Reúnete con un compañero. Busquen etiquetas de varios alimentos y examínelas con atención.
2. Registren en un cuadro lo que cada uno de los alimentos les aporta: proteínas, carbohidratos, lípidos, vitaminas y minerales.
3. Diseñen un cartel en el que expongan los resultados de su revisión. Pongan una tabla con la información de los alimentos.
4. Contesten las preguntas en el cuaderno.
  - ¿Qué significa contenido energético? ¿Qué significa kJ, kcal?
  - Si comieran tres raciones de cada producto, ¿cuántos gramos de grasa ingerirían con cada uno?
  - ¿Cuántas calorías aportaría el total de grasa de cada alimento? ¿Cuántas el total de carbohidratos? ¿Y cuántas el total de proteínas? (consulta "Para saber más" de esta página).
  - Con base en una dieta de 2 200 kilocalorías, ¿cuál es el aporte diario en calorías de las grasas totales? ¿Del sodio? ¿De la fibra?
  - ¿Qué alimentos les conviene comer? ¿Qué alimentos evitarían consumir? ¿Por qué?
5. Evalúen las etiquetas de alimentos. La legislación exige que éstas muestren los nutrimentos que contiene cada alimento, el porcentaje del valor diario requerido de cada nutrimento que el alimento aporta para una persona, el tamaño de la ración, la cantidad de raciones por paquete y las calorías por ración.



#### Para saber más

La cantidad de energía que proveen las biomoléculas es diferente. Cada gramo de carbohidrato aporta 4 kcal, al igual que cada gramo de proteína. Por su parte, cada gramo de lípido proporciona 9 kcal. Estos nutrimentos también se diferencian en la rapidez con la que se consume la energía. Los carbohidratos son los más rápidos, mientras que las grasas son los más lentos.



### El rancho Las Escobas

1. Lee el siguiente texto, que forma parte de un libro que narra la memoria histórica del rancho Las Escobas en San Quintín, Baja California. Al terminar coméntalo con el profesor.

Mi abuelo siempre estaba engordando algún marrano para aprovechar tanto su carne como su grasa, la manteca era sabrosa, no sabía a pescado como ahora. La carne se consumía fresca y la que quedaba después de eso se hacía carnitas o chorizo. La manteca seguía la ruta: consumo y regalo; pero la que se guardaba para usarla poco a poco... se hacían tortillas de harina con esta manteca; nadie se preocupaba de la línea ni del colesterol y todos eran delgados, ninguno estaba gordo.

A veces cuando se acababa el jabón, con la manteca y cal sacada de las conchas de abulón o de almeja se fabricaba un jabón muy rústico, pero jabón al cabo.

Adaptado de D. Ramírez Velarde, D., *Bajo la sombra del pirul. Memoria histórica del rancho Las Escobas Valle de San Quintín, Baja California, México*, Instituto de Cultura de Baja California, 2008.



- Reúnete con dos compañeros de equipo, contesten las siguientes preguntas y coméntenlas.
  - ¿En qué lugar se lleva a cabo la historia?
  - ¿En qué año te imaginas que ocurrió?
  - ¿Por qué crees que los niños de ese lugar, a pesar de comer carnitas, chorizo, chicharrón y tortillas de harina elaboradas con manteca, no eran gordos?
  - ¿Qué actividad física supones que hacían?
- Revisa el cuadro 3.2 y compara los valores calóricos de los alimentos que la gente del rancho consumía con los de los alimentos que tú consumes. Reflexiona acerca de los problemas de obesidad que enfrentamos en esta época.



Figura 3.19 El Plato del Bien Comer muestra los alimentos que debemos combinar en cada comida.

Cuadro 3.2 Contenido energético de algunos alimentos

Alimento	kcal/100 g
chicharrón	601
chorizo	458
chuleta de cerdo	330
salchicha	315
mayonesa	718
churros	348
pizza	234
aceite de girasol	900
manteca	670
papas fritas	544
palomitas de maíz	592
cacahuate	560
refrescos	48
agua	0

### La dieta correcta

Según el acuerdo mediante el cual se establecen los lineamientos generales para el expendio o la distribución de alimentos y bebidas en los establecimientos de consumo escolar de los planteles de educación básica, publicado en el **Diario Oficial de la Federación** en 2010, una dieta correcta es:

- Completa**, es decir, contiene todos los nutrientes. Se recomienda incluir en cada comida alimentos de los tres grupos: carbohidratos, proteínas y lípidos. El Plato de Bien Comer te sirve de guía; ya lo conociste en primaria y en Ciencias I (figura 3.19).
- Equilibrada**. Los nutrientes deben estar presentes en las proporciones apropiadas.
- Inocua**, ya que su consumo habitual no debe implicar riesgos para la salud.
- Suficiente** para cubrir los requerimientos de todos los nutrientes, de tal manera que garantiza en un sujeto adulto una nutrición adecuada y un peso saludable; en el caso de los niños, su crecimiento y desarrollo de manera correcta.
- Variada**, pues incluye diferentes alimentos de cada grupo en las comidas.
- Adecuada**, ya que está acorde con los gustos y la cultura de quien la consume, y se ajusta a sus recursos económicos, sin que ello signifique que se deban sacrificar sus otras características.

Cuando se lleva a cabo una alimentación saludable, el funcionamiento del organismo es óptimo, se garantiza un crecimiento y desarrollo adecuados, se disminuye el riesgo de padecer enfermedades, y se asegura la reproducción, la gestación y la lactancia.



### Activa tus competencias ¿Cómo debe ser una alimentación saludable?

- Reflexiona y contesta: para ti, ¿qué es una alimentación saludable?
- ¿Qué conductas relacionadas con una alimentación poco saludable deberían cambiar los niños y jóvenes? Piensa en los hábitos más comunes, como una vida sedentaria, consumo de comida rápida, etcétera.



- En el cuadro 3.3 hay un menú correspondiente al día jueves, de un menú semanal que ha sido recomendado por la Dirección General de Promoción de la Salud de la Secretaría de Salud y la PROFECO (consulta el menú de la semana en el sitio de Internet que se indica en la fuente del cuadro), como un ejemplo de alimentación balanceada. Analízalo y decide si tu alimentación es adecuada o si requieres hacerle modificaciones. ¿Qué cambiarías en tu dieta?

Cuadro 3.3 Menú para cuatro personas: dos niños menores de 12 años y dos adultos

Desayuno: 567 kcal Comida: 600 kcal Cena 465 kcal

Costo total del menú para cuatro personas: 67.67 pesos

Costo total del menú por persona: 16.92 pesos

Total de kilocalorías: 1 632/día por persona

Tiempo de comida	Alimento (medida casera por persona)	Porción (cantidad)	Aporte nutrimental	
Desayuno	Enfrijoladas		Las enfrijoladas proporcionan hierro, fósforo, proteínas de origen vegetal y calcio (aportado por el queso). La crema y el aceite tienen ácidos grasos poliinsaturados y grasas saturadas.	
	3 tortillas	90 g		
	Frijoles	70 g		
	1 taza	5 ml		
	Acete	20 g		
	1 cucharadita	14 g		
	Queso panela	20 g		
Comida	Caldo de pollo		El caldo de pollo aporta proteínas de origen animal; el chayote y la col contienen ácido fólico, potasio y vitamina C. La sopa de arroz con lentejas es una excelente combinación de cereal con leguminosas que aporta carbohidratos con proteínas de origen vegetal; las lentejas a su vez, contienen fibra y fósforo. Los plátanos con crema proporcionan potasio, carbohidratos y grasas.	
	Pollo	70 g		
	1 pieza	102 g		
	Chayote	75 g		
	1/2 taza	40 g		
	Col	35 g		
	1/2 taza	10 ml		
	Sopa de arroz con lentejas			14 g
	Arroz	4 g		80 g
	1/2 taza	14 g		375 ml
Cena	Arroz con leche		El arroz con leche contiene principalmente proteínas de origen animal, carbohidratos, fibra y ácido fólico.	
	Arroz	80 g		
	1 taza	375 ml		
	Leche semidescremada	4 g		
	1.5 taza	4 g		

Fuente: PROFECO, "Saludables y económicos: menús con alimentos de temporada", en el Portal del Consumidor [en línea], disponible en <http://www.consumidor.gob.mx/wordpress/wp-content/uploads/2012/10/Menu-Jueves-02.pdf> (Consultado: 20 de junio de 2013).



### Intérn@te

Más páginas que puedes consultar sobre nutrición:

<http://www.redir.mx/SQCS-165a>

<http://www.redir.mx/SQCS-165b>

<http://www.redir.mx/SQCS-165c>

<http://www.redir.mx/SQCS-165d>

<http://www.redir.mx/SQCS-165e>

<http://www.redir.mx/SQCS-165f>

<http://www.redir.mx/SQCS-165g>

Has aprendido que los problemas de obesidad se deben a una alimentación desequilibrada y a la actividad física casi nula. Se puede estimar si una persona tiene sobrepeso, bajo peso, o un peso normal con el índice de masa corporal (IMC), de la siguiente manera:

$$IMC = \frac{\text{masa}}{\text{altura}^2}$$

La masa debe ir reportada en kilogramos y la estatura en metros.

De acuerdo con el valor que se obtenga en el cálculo, la condición de la persona es alguna de las siguientes (cuadro 3.4):

IMC	Clasificación
menor a 18	Peso bajo. Necesario valorar signos de desnutrición.
de 18 a 24.9	Normal
de 25 a 26.9	Sobrepeso
mayor a 27	Obesidad
de 27 a 29.9	Obesidad grado I. Riesgo relativo alto para desarrollar enfermedades cardiovasculares
de 30 a 39.9	Obesidad grado II. Riesgo relativo muy alto para el desarrollo de enfermedades cardiovasculares
mayor a 40	Obesidad grado III extrema o mórbida. Riesgo relativo extremadamente alto para el desarrollo de enfermedades cardiovasculares

Tomado de Secretaría de Salud del D. F., "Fórmula para calcular el índice de masa corporal", en No a la Obesidad, disponible en [http://www.noalaobesidad.df.gob.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=52&Itemid=76](http://www.noalaobesidad.df.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=52&Itemid=76) (Consulta: 20 de junio de 2013).



Figura 3.20 La desnutrición es un estado patológico que se caracteriza por la carencia del aporte de energía y nutrientes necesarios para el buen funcionamiento del organismo.

Otro valor de gran utilidad es el **índice de metabolismo basal (IMB)**. En páginas anteriores leíste que este valor indica la cantidad mínima de energía que requerimos en reposo. La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) propuso una manera de calcularlo para jóvenes entre 10 y 18 años; el resultado se reporta en kilocalorías por día:

Mujeres:  $7.4 \times \text{peso en kilogramos} + 428 \times \text{altura en metros} + 572$   
 Hombres:  $16.6 \times \text{peso en kilogramos} + 77 \times \text{altura en metros} + 572$



**RECONOCE LO QUE AHORA SABES**

La energía que necesitamos para vivir la obtenemos de los alimentos que consumimos. Si nuestra dieta es pobre en nutrientes podemos sufrir un estado de desnutrición y enfermarnos, pues el sistema inmunológico se debilita (figura 3.20). Por otra parte, una dieta rica en alimentos de alta densidad calórica nos puede conducir al sobrepeso y a la obesidad.

1. Revisa tus respuestas de la sección "Reconoce lo que sabes" en la página 159 y compáralas con las que darías ahora. Modifícalas si es necesario.
2. Señala con un X las enfermedades que a tu criterio se relacionan con la obesidad:

<input type="checkbox"/>	Diabetes (azúcar en la sangre)	<input type="checkbox"/>	Hipertensión arterial (presión alta)	<input type="checkbox"/>	Dislipidemia (grasa en la sangre)
<input type="checkbox"/>	Cardiopatías (enfermedades del corazón)	<input type="checkbox"/>	Colelitiasis (cálculo en la vesícula)	<input type="checkbox"/>	Apnea del sueño (ronquidos, sofocación nocturna)
<input type="checkbox"/>	Hipoventilación (dificultad para respirar, cansancio)	<input type="checkbox"/>	Artritis degenerativa (dolor en las articulaciones)	<input type="checkbox"/>	Obstrucción venosa (várices)
<input type="checkbox"/>	Desajustes psicosociales (ansiedad, depresión)	<input type="checkbox"/>	Hipertensión pulmonar de la obesidad	<input type="checkbox"/>	Insuficiencia circulatoria

Si marcaste con un X **todas** las enfermedades anteriores, tienes razón: todas son consecuencia de la obesidad. Por esta enfermedad se ha prendido el foco rojo en el país, pues afecta a gran parte de la población mexicana.

3. Calcula tu índice de masa corporal. Determina, de acuerdo con el cuadro 3.4, cuál es tu situación personal.
4. Ahora calcula tu índice de metabolismo basal, para que conozcas la cantidad de energía mínima que debes consumir en tus alimentos.
5. Con base en los valores obtenidos de los cálculos anteriores, elabora un menú saludable adecuado a tus necesidades. Utiliza una tabla como ésta:

Tiempo de comida	Alimento	Porción		Aporte nutrimental
		Cantidad	Unidad de medida	
Desayuno				
Comida				
Cena				

6. Muestra tu menú a tu profesor y a tus familiares, e invítalos a que inicien un cambio en sus hábitos alimentarios, con el fin de mejorar su calidad de vida actual y futura.



**Intérn@te**

Visita estos sitios:

<http://www.redir.mx/SQCS-167b>

<http://www.redir.mx/SQCS-167b>

<http://www.redir.mx/SQCS-167c>

En ellos podrás obtener información sobre las calorías que requieres consumir diariamente de acuerdo con tu IMC y la actividad física que haces. Además, te invitamos a que revises las dietas que recomienda la Procuraduría Federal del Consumidor y tomes las medidas necesarias, ya sea para conservar tu peso, incrementarlo o disminuirlo, dependiendo de tu condición actual.

## 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

#### Para saber más

**Algunas similitudes entre los grandes de la química:** Cuando Dimitri Mendeleiev tuvo que enseñar Química General a sus estudiantes en la Universidad de San Petersburgo, decidió escribir un libro, **Principios de Química**, en el año de 1868. Cuando Linus Pauling tuvo que impartir Química General a sus alumnos decidió escribir su propio libro, **Química General**, en 1947. Ambos libros son clásicos en la enseñanza de la química.

#### 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.



#### RECONOCE LO QUE SABES

A lo largo de tu curso te has adentrado en el conocimiento de momentos cumbre en la historia de la química. En el bloque I estudiaste la Primera Revolución de la Química, definida por la importancia de las aportaciones de Antoine Lavoisier al mejorar los mecanismos de investigación para la comprensión de los fenómenos naturales.

En el bloque II estudiaste la Segunda Revolución de la Química e identificaste la importancia del trabajo científico de Stanislao Cannizzaro y Dimitri Mendeleiev que culminó en la elaboración de la tabla periódica.

En este bloque estudiarás la **Tercera Revolución de la Química**, identificada por la importancia del trabajo de dos científicos más, **Gilbert Lewis** (Figura 3.20) y **Linus Pauling**, quienes gracias a sus planteamientos hicieron aportaciones fundamentales para el estudio del enlace químico, parámetro que define la estabilidad y estructura de las sustancias.

#### 1. Responde estas preguntas.

- ¿Qué es un electrón de valencia? ¿Cómo se determina el número de electrones de valencia que tiene un átomo?
- ¿Qué significa que un átomo tenga una estructura estable? ¿Por qué se relaciona la estabilidad con la presencia de ocho electrones en la capa de valencia?
- ¿A qué científico se debe la idea de representar los electrones de valencia mediante las estructuras de punto-electrón?

#### 2. Representa la reacción que ocurre entre los átomos de hidrógeno y oxígeno para formar una molécula de agua, utilizando estructuras de Lewis.



#### NUEVOS ELEMENTOS

Una de las grandes aportaciones a la estructura de los materiales es la propuesta por G. N. Lewis, quien planteó que los electrones de valencia son los responsables del comportamiento de la materia. Según él, los electrones de valencia intervienen en la formación del enlace en los elementos y compuestos químicos.

Y según el bioquímico estadounidense Linus Pauling, es precisamente con el enlace químico con lo que se explica la estructura de los materiales y la existencia de tantas sustancias diferentes.

### Las aportaciones de Lewis y Pauling a la Tercera Revolución de la Química

**Gilbert Newton Lewis** (1875–1946) fue un químico estadounidense que participó activamente en muchas áreas de investigación de la química. Poseía una inteligencia creativa e inquisidora que lo ayudó a efectuar contribuciones importantes y establecer teorías de gran importancia para los planteamientos de la química moderna.

Uno de los aspectos más importantes de su trabajo de investigación se refiere al estudio de la valencia de los átomos, es decir, la forma en la que se comportan cuando se combinan para formar compuestos. Sugirió que los electrones se enlazaban por pares, mucho antes de que la mecánica cuántica justificara tan extraña idea.

Las representaciones del electrón-punto para la enseñanza de la valencia y el enlace, propuestas por Lewis, son una de las herramientas educativas más efectivas utilizadas en los cursos introductorios de química (figura 3.21). Nunca se le otorgó el premio Nobel, pero es un sentir entre la comunidad científica que sus contribuciones al estudio del enlace químico lo hacían merecedor de esta concesión.

Con la propuesta de Lewis se explicaron las combinaciones químicas por transferencia o por compartimiento de electrones. Con este elegante modelo, nació el concepto de *valencia*. El mecanismo propuesto por él fue una excelente técnica para explicar la combinación entre metales y no metales, y para demostrar la estabilidad de los gases nobles.

I	II	III	IV	V	VI	VII	0
H •							He ••
Li •	• Be •	• B •	• C •	• N •	• O •	• F •	• Ne ••
Na •	• Mg •	• Al •	• Si •	• P •	• S •	• Cl •	• Ar ••
K •	• Ca •	• Ga •	• Ge •	• As •	• Se •	• Br •	• Kr ••
Rb •	• Sr •	• In •	• Sn •	• Sb •	• Te •	• I •	• Xe ••
Cs •	• Ba •	• Tl •	• Pb •	• Bi •	• Po •	• At •	• Rn ••

Metal
  Metaloide
  No metal

#### Para saber más

La química estructural aporta información sobre el modo en que se enlazan los átomos en las moléculas o agregados atómicos. Incluye la geometría molecular, la configuración electrónica y, en su caso, la estructura cristalina.

Figura 3.21 Síntesis gráfica de los diagramas de punto de Lewis



Figura 3.22 Linus Pauling

También llamó la atención sobre la importancia del octeto de los electrones externos como una estructura estable y sobre el valor de los pares de electrones como base del enlace entre los átomos. Sus áreas de interés fueron siempre la bioquímica, la medicina y la cristalografía, y desde muy joven pensó que la física era fundamental para entender el comportamiento de los materiales químicos.

**Linus Pauling** (1901-1994) (figura 3.22) obtuvo dos veces el premio Nobel. La primera vez lo obtuvo en Química en 1954 por el trabajo en el que describió la naturaleza del enlace químico, y la segunda vez obtuvo el de la Paz, en 1962, por su campaña en contra de las pruebas nucleares terrestres.

Su vida estuvo ampliamente relacionada con toda la actividad científica, política y social del siglo xx. Su reputación se debe, sin duda, a su papel como el principal arquitecto de la química estructural moderna (lee la cápsula "Para saber más" de la página anterior) y a que fue uno de los fundadores de la **biología molecular**. Su obra **La naturaleza del enlace químico** perdura como el texto maestro de la química del siglo xx.

Pauling fue un excelente divulgador de la ciencia y como docente gustaba de ilustrar sus explicaciones teóricas con demostraciones prácticas. Gracias a sus habilidades, intereses y conocimientos pudo hacer aportaciones fundamentales para explicar la estructura de las moléculas. Con la escala de electronegatividades de Pauling se determina el carácter iónico o covalente de los enlaces químicos.

Hizo también importantes aportaciones con respecto a la estructura y función de las proteínas y de la hemoglobina de la sangre. Propuso en 1946 la estructura tridimensional del ADN, antes de que Watson y Crick lo hicieran, pero no tenía elementos para comprobarla y de haberlos tenido, habría ganado el Nobel por este descubrimiento.

**Glosario**

**Biología molecular:** rama de la ciencia que estudia los procesos que se desarrollan en los seres vivos desde el punto de vista de la estructura de sus moléculas.



**Activa tus competencias** Las habilidades de Lewis y Pauling

Con esta actividad reflexionarás acerca de las habilidades de nuestros personajes de la Tercera Revolución de la Química.

- Después de haber leído algunos aspectos de la vida de Lewis y Pauling te habrás dado cuenta de las cualidades y habilidades de cada uno. En la siguiente tabla hemos anotado dos ejemplos de ellas. En tu cuaderno haz un cuadro más grande para agregar otras habilidades que ellos tenían.

Habilidades de Lewis y Pauling	Mis habilidades	Las habilidades que quiero	Qué podemos hacer para desarrollarlas
curiosidad			
trabajo en equipo			



- En la segunda columna marca con una X las habilidades que compartes con Linus y Pauling. En la tercera columna marca con una X las habilidades que te gustaría desarrollar.
- Reúnete con tus compañeros de equipo. Revisen la lista que hicieron y las habilidades que marcaron en cada columna. Discutan qué es necesario hacer para que desarrollen o potencialicen esas habilidades. Anoten sus ideas en la cuarta columna.

Ya conociste parte de la vida de los personajes de esta revolución, ahora te invitamos a que recuerdes algo de lo que ya has aprendido en este libro, sobre cómo se enlazan los átomos.



**Activa tus competencias** Lewis: un viejo conocido

Haz la siguiente actividad, para que tengas en mente tus conocimientos previos sobre el enlace químico.

- Revisa los contenidos de la lección 2 del bloque 2 y responde las siguientes preguntas.
  - ¿Qué científico planteó el primer modelo del átomo, con el que se pudo establecer la importancia de los electrones de valencia?
  - ¿Qué es la valencia de un elemento?
  - ¿Cómo se llama el modelo atómico con base en el cual se explica un comportamiento más generalizado de la materia, en función de sus electrones de valencia?
  - ¿Cómo se representa el enlace químico mediante los electrones de valencia a partir del modelo de Lewis?
  - ¿Cuál es la simbología química para representar elementos, moléculas, átomos e iones, de acuerdo con las estructuras de Lewis?
  - ¿Cómo se determina la carga eléctrica de los iones?
  - ¿Cuáles son las partículas atómicas que mantienen unidos a los átomos?
  - ¿Cuáles son las características de los enlaces químicos a partir del modelo de compartición (covalente) y de transferencia de electrones (iónico)?
- Menciona algunas propiedades de los materiales que se expliquen mediante su estructura atómica y molecular.

**Definición de electronegatividad y la tabla de electronegatividades de Pauling**

Hace más de 50 años, Pauling introdujo el concepto de **electronegatividad**. Ésta se definió como la fuerza de atracción que tiene cada núcleo atómico de una molécula sobre los electrones compartidos en el enlace formado entre ellos. Con este concepto se determina el tipo y carácter del enlace que se forma. Es importante que recuerdes que la electronegatividad no es una propiedad de un átomo aislado, sino de un átomo que forma un enlace en una molécula.



**Para saber más**

La familia 18 de la tabla periódica recibe el nombre de **familia de los gases nobles**. Estos tienen las siguientes propiedades: son gases monoatómicos, incoloros, inodoros, y con una reactividad muy baja. De ahí su nombre. Hasta el año 2008 sólo se habían logrado sintetizar algunos compuestos de estos elementos. De aquí surgió el planteamiento de la regla del octeto: ocho electrones en la capa de valencia (con excepción del helio que puede tener como máximo dos electrones) que dan estabilidad al átomo. Esto es lo que se observa en estos elementos.



**Intérn@te**

Consulta la siguiente dirección, te mostrará el tipo de enlace que se forma con base en la diferencia de electronegatividades de los átomos que se unen: <http://www.redir.mx/SQCS-171>.

Los valores de electronegatividad fueron asignados por Pauling y no fueron determinados experimentalmente. En la tabla periódica de la figura 3.23, encontrarás esos valores anotados debajo de cada elemento.

En el bloque de los elementos representativos, que son los que hemos estado estudiando, la electronegatividad aumenta de izquierda a derecha y de abajo hacia arriba (figura 3.24).

Periodo	1A	2A	3A	4A	5A	6A	7A										
1	H 2.1																
2	Li 1.0	Be 1.5															
3	Na 0.9	Mg 1.2															
4	K 0.8	Ca 1.0	Sc 1.3	Ti 1.5	V 1.6	Cr 1.6	Mn 1.5	Fe 1.8	Co 1.8	Ni 1.8	Cu 1.9	Zn 1.7	Ga 1.6	Ge 1.8	As 2.0	Se 2.4	Br 2.8
5	Rb 0.8	Sr 1.0	Y 1.2	Zr 1.4	Nb 1.6	Mo 1.8	Tc 1.9	Ru 2.2	Rh 2.2	Pd 2.2	Ag 1.9	Cd 1.7	In 1.7	Sn 1.8	Sb 1.9	Te 2.1	I 2.5
6	Cs 0.7	Ba 0.9	La* 1.1	Hf 1.3	Ta 1.5	W 1.7	Re 1.9	Os 2.2	Ir 2.1	Pt 2.2	Au 2.4	Hg 1.9	Tl 1.8	Pb 1.8	Bi 1.9	Po 2.0	At 2.2
7	Fr 0.7	Ra 0.9	Ac <sup>o</sup> 1.1														

Abajo de 1.0     2.0-2.4  
 1.0-1.4     2.5-2.9  
 1.5-1.9     3.0-4.0

\* Lantánidos: 1.1-1.3  
<sup>o</sup> Actínidos: 1.3-1.5

Figura 3.23 Tabla de electronegatividades de Pauling

Los valores de la electronegatividad de los elementos son importantes, ya que se usan como guía para proponer los modelos de enlace. Una de las reglas establecidas para este modelo es la siguiente:

1. Si la diferencia de electronegatividades de ambos átomos es mayor o igual a 1.7 unidades, el enlace formado será más iónico que covalente.
2. Si la diferencia de electronegatividades de ambos átomos es menor de 0.1 unidades, se considerará un enlace que es más covalente que iónico.
3. Si la diferencia tiene un valor de cero, el enlace será covalente. ¿Y entre 0.1 y 1.7 unidades?

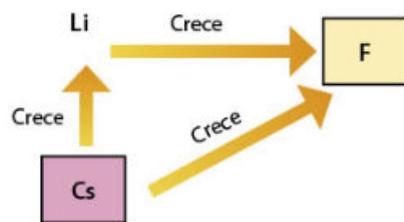


Figura 3.24 Tendencia de los valores de electronegatividad en la tabla periódica

Una de las consecuencias de la formación del enlace químico por compartición de electrones es que éste se halla **polarizado**, es decir, se forman polos eléctricos en los átomos enlazados debido a que los electrones de enlace no se ubican a la misma distancia entre los núcleos atómicos enlazados.

Estos casos corresponden a los enlaces en los que la diferencia de electronegatividad se encuentre entre 0.1 y 1.7 unidades. Lo que sí podemos afirmar es que cuanto mayor sea la diferencia de electronegatividades, el enlace formado será cada vez más polar, hasta llegar a ser iónico, y mientras menor sea la diferencia, el enlace será cada vez menos polar hasta ser covalente no polar, llamado también **covalente puro**.

Pauling demostró así, que los enlaces covalente e iónico corresponden a los casos extremos de la polarización del enlace, ya que en la mayoría de los casos lo que existe en realidad es una combinación de estos dos tipos.



Activa tus competencias Estructuras de Lewis y electronegatividad de Pauling

Con esta actividad te darás cuenta de la relación entre las estructuras de Lewis y la electronegatividad de Pauling.

1. Los gases nobles tienen ocho electrones en su capa de valencia. Dibuja la estructura de Lewis que le corresponde a cada uno de los gases nobles. Con base en la estructura que acabas de elaborar, explica por qué existen como gases monoatómicos, es decir, formados por un sólo átomo.
  - Busca el valor de la electronegatividad asignada a estos elementos. ¿Qué encontraste? Asocia ese valor con el hecho de que no forman enlaces, se llaman gases nobles y se encuentran en la naturaleza como moléculas monoatómicas.
2. Escribe la estructura de Lewis para el cloruro de sodio. Recuerda en qué familia se encuentran los elementos que forman este compuesto.
3. Busca los valores de la electronegatividad de Pauling que les corresponden al cloro y al sodio, y calcula el valor de la diferencia de electronegatividad que hay entre ambos elementos.
  - De acuerdo con este valor, establece qué tipo de enlace se debe formar entre el átomo de cloro y el átomo de sodio para formar el cloruro de sodio (NaCl). Recuerda que en el bloque 2 aprendiste cómo los compuestos que presentan un enlace iónico forman estructuras cristalinas.
  - Analiza estos datos y con ellos justifica por qué la sal macroscópicamente se ve como pequeños cristales en forma de cubos (figura 3.25).



Figura 3.25 Cristales de sal gema

Formación de estructuras estables

Cuando dos o más átomos se unen mediante una reacción química tienden a adquirir la configuración de un gas noble, el más cercano a ellos en la tabla periódica. Observa este ejemplo:

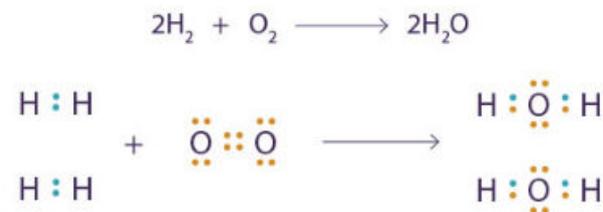


El calcio tiene un número atómico de 20 y dos electrones de valencia; el oxígeno, número atómico de ocho y seis electrones de valencia. Si representamos la reacción con estructuras de Lewis, tenemos que:



Al combinarse, el calcio cede sus dos electrones de valencia, por lo que queda con 18 electrones en total, lo que lo hace "parecerse" al argón, de número atómico 18. Al mismo tiempo, al aceptar dos electrones el oxígeno queda con un total de 10, lo que lo hace "parecerse" al neón, de número atómico 10; además, su capa de valencia tendrá ocho electrones, esto es, completa su octeto.

Veamos ahora el caso de la formación de la molécula del agua:



En este caso, el hidrógeno y el oxígeno comparten sus electrones de valencia. El hidrógeno queda con 2, lo que lo asemeja al helio (de número atómico 2). Por su parte, el oxígeno queda con 10 electrones, por lo que se parece al neón.

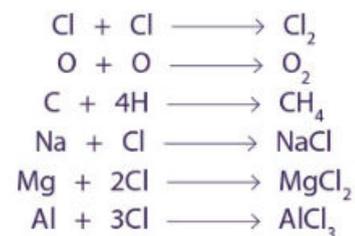


#### RECONOCE LO QUE AHORA SABES

Las aportaciones de Lewis y Pauling contribuyeron al mejor entendimiento de cómo se enlazan los átomos y del porqué de las propiedades de cada tipo de compuesto.

Demuestra lo que has aprendido, llevando a cabo a siguiente actividad.

1. Escribe las siguientes reacciones utilizando las estructuras de puntos de Lewis para los reactivos y los productos.



2. Usa la tabla de electronegatividades de Pauling para calcular la diferencia de electronegatividad entre los átomos de los compuestos formados.
  - Con base en los valores que obtuviste, determina el tipo de enlace que se forma. Justifica las características de estos productos con base en tu predicción sobre el tipo de enlace.

## Comparación y representación de escalas de medida

### Escalas y representación. Unidad de medida: mol

Lección **4**

#### 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.



#### RECONOCE LO QUE SABES

El ser humano se ha interesado en el estudio de la naturaleza y cada día logra caracterizar nuevos materiales, algunos tan pequeños que con nuestros sentidos no los podemos observar. Es increíble que se conozca el tamaño del núcleo del átomo, del ADN o de una secuoya (figura 3.26). Esto se ha logrado gracias a instrumentos que conforme avanza la tecnociencia ayudan a los científicos a "ver" lo que es invisible a nuestros ojos.

1. Observa el diagrama de la página 88 y el que elaboraste en esa lección, ¿lo recuerdas? De manera similar, construye ahora otros dos, con los siguientes grupos de palabras.

átomo / mano / núcleo / glóbulo rojo / molécula / electrón / ser humano / protón / vena / neutrón / hemoglobina / hierro

árbol secuoya / Sol / niño / Teotihuacán / estadio Azteca / Vía Láctea / Júpiter / planeta Tierra / el Titanic / Luna / continente americano / Universo

2. Contesta, con base en lo que has aprendido hasta ahora.
  - ¿Para qué nos sirven las escalas de medición?
  - ¿Qué entiendes por escala astronómica?
  - ¿Qué entiendes por escala microscópica?

3. Compara tus respuestas y tus diagramas con los de tus compañeros, lleguen a un consenso y comuniquen sus resultados a su profesor.



#### NUEVOS ELEMENTOS

En cursos anteriores aprendiste que medir significa comparar una magnitud desconocida con una conocida a la cual elegimos como patrón.

Las mediciones se hacen en diferentes escalas: microscópica o macroscópica. Para hacer mediciones microscópicas se requieren instrumentos especiales, pues los objetos que se miden no son perceptibles a simple vista (figura 3.27). En cambio, cuando las mediciones se hacen en escalas macroscópicas que abarcan dimensiones muy grandes, como el tamaño de un planeta, la distancia entre dos astros, o la profundidad del océano, se emplean métodos indirectos.



Figura 3.26 La secuoya roja es el árbol más grande del mundo; algunos pueden medir hasta 115 metros de altura y se calcula que tienen entre 2 000 y 3 000 años. Se encuentran en el Parque Nacional Secuoya y Cañón Reyes, en el estado norteamericano de California.



Figura 3.27 El micrómetro se utiliza para medir longitudes muy pequeñas.



Esta actividad te ayudará a entender por qué el humano ha tenido que establecer escalas.

1. Contesta: Si sabes que el colibrí mide 10 cm, ¿cuánto miden las otras aves que se presentan a continuación? Compara las líneas, que son proporcionales a sus tamaños.



Figura 3.28 Metro elaborado con cartulina



Figura 3.29 Una cuarta es la medida que hay entre las puntas de los dedos pulgar y meñique separando los dedos lo más posible.

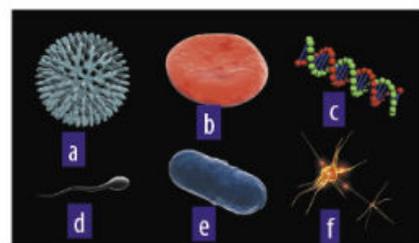


Figura 3.30 (a) Virus de la hepatitis, (b) glóbulo rojo de la sangre, (c) molécula de ADN, (d) espermatozoide humano, (e) lactobacilo, (f) neurona.

4. Investiga el tamaño de la molécula, microorganismos y células que se muestra en la figura 3.30, y ordénalas de mayor a menor tamaño.

2. Con un compañero, lleva a cabo lo siguiente.

- Elaboren un metro con una cartulina (figura 3.28). De un lado marcarán los centímetros y decímetros, y el otro lo dejarán en blanco.
- Coloquen su metro del lado en blanco y pongan sobre él artículos como una goma, lápiz, mochila, torta, vaso, bote de basura o lo que se les ocurra. Escriban con un lápiz lo que consideran que mide cada objeto. Haga cada uno de ustedes su propia estimación.
- Pongan su mano con los dedos completamente abiertos y estimen la distancia que hay entre la punta de su pulgar y la punta del meñique (figura 3.29).
- Estimen la longitud de sus pasos, desde el talón del pie derecho hasta el talón del pie izquierdo.
- Volteen el metro y comparen las estimaciones que hicieron con la longitud medida en centímetros que leen en su metro ¿Qué tan cerca estuvieron de las medidas reales? Anoten en una tabla como la siguiente sus estimaciones y el valor leído en el metro.

Objeto	Valor estimado (cm)		Valor real (cm)
	Alumno 1	Alumno 2	
lápiz			

3. Reflexiona y contesta.

- ¿Con tu metro puedes estimar cuánto mide un kiosco, un estadio de fútbol o la distancia de tu casa a la escuela? ¿Por qué?
- ¿Cómo se puede medir la longitud del río Balsas?
- ¿Cómo determinaron los científicos que el Sol tiene un diámetro de 1 392 000 km?
- ¿Cómo se miden los virus y las bacterias?



5. Reúnete otra vez con tu compañero y lean con atención la siguiente información.

- En los seres humanos, la medida de la cabeza de los espermatozoides es de 5  $\mu\text{m}$  (micrómetros) de longitud.
- El diámetro del óvulo humano mide 120  $\mu\text{m}$  (figura 3.31).
- El virus del sida (VIH) mide 90 nanómetros.
- La molécula de la glucosa mide 800 picómetros.
- La molécula de agua mide 280 picómetros.
- En el microscopio electrónico el objeto más pequeño que se puede observar mide 50 picómetros.
- El núcleo del cloro mide 6 femtómetros.
- Contesten.
  - ¿Qué significan los términos **micrómetros**, **nanómetros**, **picómetros** y **femtómetros**?
  - ¿A qué escala pertenecen los ejemplos anteriores, microscópica o macroscópica? ¿Por qué?

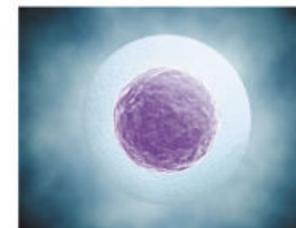


Figura 3.31 Óvulo humano. Esta célula es unas 500 veces más grande que el espermatozoide.

6. Reúnete en equipo, lean la información y contesten las preguntas.

- La distancia media entre la Tierra y la Luna es de 384 400 km.
- La Tierra tiene un diámetro de 12 700 km.
- El Sol mide de diámetro 1 400 000 km.
- El diámetro de la Vía Láctea es de 100 000 años luz.
- La distancia aproximada entre la Tierra y la galaxia Andrómeda es de 2.5 millones de años luz.
- ¿Qué es un año luz?
- ¿Qué es la escala astronómica?

### La notación científica: una herramienta muy útil en las ciencias

La notación científica es utilizada en las clases de ciencias porque facilita el trabajo con números muy grandes o números muy pequeños. En el bloque 5 de tu curso de Matemáticas I, estudiaste el tema "uso de la notación científica para realizar cálculos en los que intervienen cantidades muy grandes o muy pequeñas". Analiza en el cuadro 3.5 la notación científica o exponencial con las unidades del Sistema Internacional de unidades (SI):



#### Intérn@te

Este sitio te va a interesar. En él puedes comparar las escalas del Universo, lo único que hay que hacer es mover el cursor: <http://www.redir.mx/SQCS-177>.

Cuadro 3.5 Ejemplos de notación científica con su equivalencia en notación decimal

Notación científica	Prefijo	Símbolo	Valor en unidades	Notación científica	Prefijo	Símbolo	Valor en unidades
$10^1$	deca	da	10	$10^{-1}$	deci	d	0.1
$10^2$	hecto	h	100	$10^{-2}$	centi	c	0.01
$10^3$	kilo	k	1 000	$10^{-3}$	mili	m	0.001
$10^6$	mega	M	1 000 000	$10^{-6}$	micro	$\mu$	0.000001
$10^9$	giga	G	1 000 000 000	$10^{-9}$	nano	n	0.000000001
$10^{12}$	tera	T	1 000 000 000 000	$10^{-12}$	pico	p	0.000000000001
$10^{15}$	peta	P	1 000 000 000 000 000	$10^{-15}$	femto	f	0.000000000000001
$10^{18}$	exa	E	1 000 000 000 000 000 000	$10^{-18}$	atto	a	0.000000000000000001
$10^{21}$	zetta	Z	1 000 000 000 000 000 000 000	$10^{-21}$	zepto	z	0.000000000000000000001
$10^{24}$	yotta	Y	1 000 000 000 000 000 000 000 000	$10^{-24}$	yocto	y	0.000000000000000000000001



Activa tus competencias **Grandes y pequeñas cantidades**

Para saber más

Para usar la notación científica debes considerar que multiplicar un número por una potencia de 10 positiva es lo mismo que multiplicar el número repetidamente por 10, las veces que indique el exponente. Por ejemplo  $3 \times 10^3$  equivale a multiplicar 3 por  $10 \times 10 \times 10 \times 10$ , o sea por 100 000; es decir, equivale a 300 000.

Por otra parte, multiplicar un número por una potencia de 10 negativa es lo mismo que dividir el número repetidamente por 10, las veces que indique el exponente. Por ejemplo  $3 \times 10^{-5}$  equivale a dividir cinco veces el 3 entre 10; es decir, equivale a dividir 3 entre 100 000, lo que equivaldría a 0.00003.

Con esta actividad comprenderás mejor la utilidad de la notación científica.

- Contesta las siguientes preguntas.
  - Con base en el análisis del cuadro 3.5 de la página anterior, ¿cómo explicas qué es la notación decimal?, ¿qué es la notación científica?
  - ¿Por qué el uso de la notación científica es muy útil cuando se quieren comparar longitudes de objetos de tamaños sumamente diferentes, como el diámetro de un óvulo humano y el de la Tierra?
  - ¿Cuántos órdenes de diferencia hay entre estas dos longitudes? (Consulta los valores en la página anterior.)
- Haz una tabla en la que anotes los valores de los objetos de la actividad 5 de la página anterior. Haz la conversión a metros de todas las medidas. Representálas con notación científica.
  - En la misma tabla, anota los valores de las magnitudes de la actividad 6 de la página anterior. Haz la conversión a metros de todas las medidas y representa estos valores con notación científica.

Medir la cantidad de materia

A lo largo de este curso has estudiado conceptos que te han llevado a comprender la estructura de la materia: mezcla, compuesto y elemento; molécula y átomo. En la industria y en lo cotidiano, la gran mayoría de los materiales tienen usos prácticos, sólo hay que conocer sus propiedades y saber cómo medirlas. Veamos algunos ejemplos.

Los medicamentos que te receta el médico cuando te enfermas de gripe, tienes acidez estomacal o se te infectan los ojos son producidos por la industria química farmacéutica; ¿de qué magnitud son las cantidades de la materia prima que se manejan en esta industria para producirlos? ¿Te has fijado en las cantidades de sustancia activa que contiene un medicamento? (figura 3.32) Son muy pequeñas y muy exactas; ¿cómo saben los químicos farmacéuticos cuánto es la cantidad exacta?

Por otra parte, si se te preguntara cuántas moléculas de bicarbonato de sodio ( $\text{NaHCO}_3$ ) hay en una cucharadita de este compuesto (que probablemente tiene una masa de 10 g), ¿cómo lo sabrías?, ¿y cómo sabrías cuántos átomos hay de sodio, de oxígeno, de hidrógeno y de carbono?

Los seres humanos necesitan obtener materias primas para la fabricación de materiales que le son útiles en diferentes ámbitos de su vida: en la construcción, en la alimentación, en la agricultura y ganadería, en la industria del vestido, en la industria de las pinturas y adhesivos, en la fabricación de cartón y papel, en la creación de obras de arte, en la conservación de la salud, etcétera.



Figura 3.32 En la elaboración de medicamentos se emplean cantidades muy pequeñas de principio activo, del orden de miligramos, la milésima parte de un gramo.

Por ejemplo: el ácido acetilsalicílico y el ibuprofeno de los medicamentos que se usan como analgésicos, los hidróxidos de magnesio y aluminio para los antiácidos, la fracción de hidrocarburos adecuados para la obtención de la gasolina, los polímeros con la estructura requerida para elaborar los plásticos que se utilizan en la industria del envase, en la automotriz, en la textil y en la electrónica, entre otros.

Si esta materia prima para la fabricación de diversos productos tuviera que medirse en átomos y moléculas, sería difícil calcular las masas de las sustancias que tendrían que usar. Por eso fue necesario definir una magnitud que permitiera relacionar el mundo microscópico con el macroscópico. Así surgió una magnitud para las cantidades químicas, la cantidad de sustancia cuya unidad es el mol.

La unidad de masa atómica

El carbono-12, al cual podemos referirnos también como  $^{12}\text{C}$ , es el más abundante (98.89%) de los dos isótopos estables del elemento carbono. Es un átomo con 6 protones, 6 neutrones y 6 electrones. Su importancia radica en que es utilizado como patrón para el cálculo de la masa atómica de los diferentes elementos presentes en la naturaleza.

Las unidades de masa atómica (uma) constituyen una escala relativa para las masas de los elementos químicos. Para las unidades de masa atómica también se usa del símbolo "u".

La masa atómica del  $^{12}\text{C}$  es de 12 unidades de masa atómica. Una uma es 1/12 de la masa del  $^{12}\text{C}$  y tiene un valor de  $1.66 \times 10^{-24}$  gramos.

Recuerda que en la tabla periódica lo que se reportan son las masas atómicas relativas, en las que se tiene en cuenta la existencia y la abundancia de los isótopos de los elementos y que no tienen unidades precisamente por ser masas relativas.

Para facilitar la comprensión de los cálculos que haremos en esta lección, utilizaremos unidades de masa atómica (uma).

En el año de 1971 la IUPAC incluyó la magnitud **cantidad de sustancia**, como una más de las magnitudes fundamentales. La unidad para esta magnitud es el mol. Se define mol como la cantidad de sustancia que contiene el mismo número de entidades elementales que 12 gramos de  $^{12}\text{C}$  (figura 3.33).

En el bloque anterior estudiamos que las entidades elementales que constituyen la materia pueden ser átomos, moléculas, iones, electrones, etcétera. Estas son las unidades elementales a las que hace referencia la definición de mol del Sistema Internacional de unidades.

Con base en la definición dada por la IUPAC, vamos ahora a calcular el valor del número de entidades elementales mencionadas. Sabemos que un átomo de carbono-12 tiene una masa de 12 uma, ya que tiene 6 protones y 6 neutrones.



Para saber más

Puesto que un doceavo de la masa del  $^{12}\text{C}$  es un patrón de referencia, se reporta con gran exactitud:  $1.66053892 \times 10^{-27}$  kg. Pero no hace falta utilizar todos estos decimales, por lo que habitualmente se usa  $1.66 \times 10^{-27}$  kg o  $1.66 \times 10^{-24}$  g.

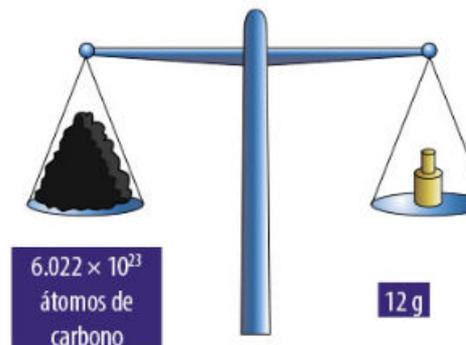


Figura 3.33 Un mol de carbono tiene una masa de 12 g y contiene  $6.022 \times 10^{23}$ . Un mol de cualquier otro elemento o molécula contiene el mismo número de partículas.



Para saber más

La IUPAC (por sus siglas en inglés) es la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada y el organismo internacional, científico y no gubernamental, encargado de establecer y regular normas y acuerdos relacionados con el área de la química. En el año de 1971 se añadió la séptima unidad básica, el mol, al Sistema Internacional.



Figura 3.34 El químico Amedeo Avogadro fue profesor de Física en la Universidad de Turín, en 1834. Además de su estudio sobre los volúmenes de los gases, hizo aportaciones para el desarrollo de la teoría atómica.

La masa en gramos de un átomo de carbono será entonces:

$$1 \text{ uma} \text{ ————— } 1.66 \times 10^{-24} \text{ g}$$

$$12 \text{ uma} \text{ ————— } x$$

$$\text{Un átomo de carbono} = 1.99 \times 10^{-23} \text{ g}$$

El número de átomos que habrá en 12 gramos de  $^{12}\text{C}$ , que corresponde a un mol será:

$$1 \text{ átomo} \text{ ————— } 1.99 \times 10^{-23} \text{ g}$$

$$x \text{ ————— } 12 \text{ g de } ^{12}\text{C}$$

$$= 6.02 \times 10^{23}$$

El número que obtuvimos se llama **número de Avogadro**, en honor al científico italiano **Amedeo Avogadro**, que en 1811 propuso la hipótesis en que se afirma que volúmenes iguales de diferentes gases, en las mismas condiciones de presión y temperatura contienen el mismo número de partículas (figura 3.34). Ahora podemos aclarar la definición de la IUPAC: un mol es la cantidad de cualquier sustancia que contiene  $6.02 \times 10^{23}$  entidades elementales. Para el caso del carbono, un mol de carbono, o sea 12 gramos, es la cantidad de sustancia que contiene  $6.02 \times 10^{23}$  átomos de  $^{12}\text{C}$ . A esta masa se le denomina **masa molar**, ya que corresponde a la masa de un mol (figura 3.35). Calculemos la masa molar del agua ( $\text{H}_2\text{O}$ ):

Elemento	Masa atómica relativa	Número de átomos de cada elemento	Masa de los átomos
H	1.008	2	2.008
O	15.99	1	15.99
Masa molar del $\text{H}_2\text{O}$			17.998 g/mol

Veamos otro ejemplo: ¿cuál es la masa molar del sulfuro de aluminio ( $\text{Al}_2\text{S}_3$ )?

Elemento	Masa atómica relativa	Número de átomos de cada elemento	Masa de los átomos
Al	26.98	2	53.96
S	32.07	3	96.21
Masa molar del $\text{Al}_2\text{S}_3$			150.17 g/mol

Un ejemplo más: ¿cuál es la masa del carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ )?

Elemento	Masa atómica relativa	Número de átomos de cada elemento	Masa de los átomos
Ca	40.08	1	40.08
C	12.01	1	12.01
O	15.99	3	47.97
Masa molar del $\text{CaCO}_3$			100.06 g/mol



Figura 3.35 En esta imagen se muestra un mol de cada sustancia: helio, cobre y azufre.



Activa tus competencias Cantidad de materia

1. Calcula qué masas de hidrógeno, carbono y oxígeno contendrán  $6.02 \times 10^{23}$  átomos, es decir, calcula la masa de una mol de hidrógeno y de una mol de carbono y de oxígeno. Utiliza las masas que se reportan en tu tabla periódica. Recuerda que son masas relativas a la masa del  $^{12}\text{C}$  y que reflejan la abundancia de los isótopos que existen de cada elemento. Registra tus resultados en un cuadro como el siguiente.

Elemento	Cantidad de sustancia	Número de partículas elementales	Masa molar g/mol
hidrógeno	1 mol	$6.02 \times 10^{23}$	1 g/mol
carbono			
oxígeno			

2. El hidrógeno y el oxígeno existen en la naturaleza como moléculas diatómicas, es decir, formadas por dos átomos. Calcula ahora la masa molar del  $\text{H}_2$  y del  $\text{O}_2$ . Las partículas elementales ahora serán las moléculas de hidrógeno y oxígeno (no los átomos). Recuerda que la masa de 1 uma es de  $1.66 \times 10^{-24}$  gramos.

Molécula	Cantidad de sustancia	Número de partículas elementales	Masa molar (g/mol)
$\text{H}_2$	1 mol	$6.02 \times 10^{23}$	
$\text{O}_2$	1 mol		

Si tus resultados fueron 2 g/mol para el hidrógeno y 32 g/mol para el oxígeno lo hiciste bien.

3. Calcula la masa molar de la glucosa ( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ). Completa los datos que faltan en el cuadro.

Elemento	Masas relativas	Moles de átomos de cada elemento en un mol de moléculas de glucosa	Masa de cada elemento en un mol de moléculas de glucosa (g/mol)
carbono	12.0107	6	72.0642
hidrógeno	1.00794	12	
oxígeno	15.9994		
Masa molar de la glucosa (suma total de las masas)			

Los moles en las reacciones químicas

En los laboratorios y en la industria es de suma importancia hacer cálculos exactos para conocer con precisión la cantidad que se obtendrá de un determinado producto, a partir de cantidades conocidas de reactivos o, por el contrario, conocer las cantidades de reactivo que se han de emplear para obtener una determinada cantidad de producto. Esto ayuda a evitar desperdicios de sustancias y a hacer más controlados y seguros los procesos de producción.

La proporción en la que reaccionan reactivos y productos en las reacciones químicas se expresa en moléculas, moles y gramos.



Intérn@te

Observa en este video una explicación del concepto de mol: <http://www.redir.mx/SQCS-181>.

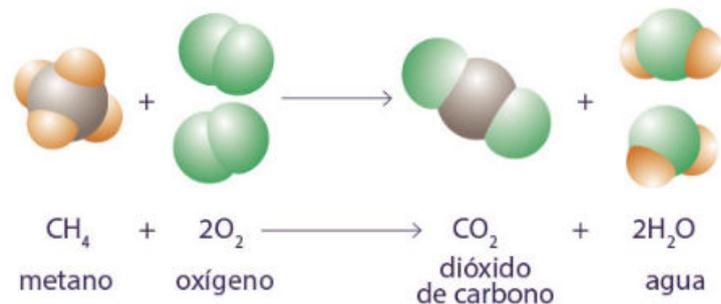


Para saber más

En el mundo se producen grandes cantidades de productos químicos. Muchos de ellos se usan como materias primas para elaborar otros productos útiles. El control de las cantidades que se emplean en los procesos de producción es de suma importancia. Las 10 sustancias que se producen en mayor cantidad son: ácido sulfúrico, nitrógeno, oxígeno, etileno, óxido de calcio, amoníaco, ácido fosfórico, hidróxido de sodio, propileno y cloro.



Analiza este ejemplo: una molécula de metano, un hidrocarburo del petróleo, reacciona con dos moléculas de oxígeno para formar dos moléculas de dióxido de carbono y dos moléculas de agua. La ecuación se escribe así:



Moles	1	2	1	2
Gramos	16	32 × 2 = 64	44	18 × 2 = 36

Observa otro ejemplo: por medio de la respiración, los seres vivos obtienen a partir de la glucosa contenida en los alimentos, la energía necesaria para desarrollar sus actividades. Así es como cada molécula de glucosa reacciona con seis moléculas de oxígeno, para formar seis moléculas de dióxido de carbono y seis de agua.



Moléculas	1	6	6	6
Moles	1	6	6	6
Gramos	180	6 × 32	6 × 44	6 × 18

**RECONOCE LO QUE AHORA SABES**

- Representa en notación científica las siguientes cantidades.
  - Diámetro de una molécula de hemoglobina: 0.000007 m
  - Equivalencia de un año luz: 9 641 000 000 000 km
  - Velocidad a la que procesa datos una computadora: 9 000 000 Hz
  - Masa de una molécula de oxígeno: 0.000000000000000000000053 g
- Escribe las siguientes ecuaciones correctamente y calcula la cantidad en gramos involucradas en cada reacción.
  - Si el óxido de magnesio (MgO) se disuelve en agua, se obtiene el hidróxido de magnesio (Mg(OH)<sub>2</sub>). Cada mol de óxido de magnesio reacciona con un mol de agua para producir un mol de hidróxido de magnesio.
  - Un mol de etanol o alcohol etílico (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH), reacciona con tres moles de oxígeno para formar dos moles de dióxido de carbono y tres moles de agua.

**Para saber más**

El gas metano libera gran cantidad de energía durante la reacción de combustión. Por esta razón es transportado por tuberías para emplearse como combustible en la calefacción y en la cocina.



## 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.

Proyecto **1** ¿Cómo elaborar jabones?

Desde tiempos inmemoriales el ser humano se ha preocupado por la higiene y salud. En este proyecto se elaborará jabón utilizando los conocimientos que has obtenido durante este curso y, en especial, los que has logrado en este bloque (figura 3.36).

**FASE I: INICIO**

Desde hace 3 000 años, los sumerios ya fabricaban jabones como agentes limpiadores; algunos investigadores han descubierto un material que se parece mucho al jabón encontrados en jarros de arcilla en las ruinas de la ciudad de Babilonia; los griegos no utilizaron jabón, ellos se restregaban la piel con arcilla, arena, piedra pómez y cenizas. Los romanos lo utilizaban e hicieron muy popular su uso en sus baños, pero al caer su imperio se perdió el gusto por los jabones y dejaron de utilizarse.

En los años 1347 a 1353 hubo muchas enfermedades ocasionadas por plagas, como la fiebre bubónica, por la que perecieron más de 60 millones de personas en Asia y Europa; en esta época, bañarse era considerado como una actividad peligrosa. En el Renacimiento, las personas se bañaban dos veces al año, y fue hasta el siglo XVII que se volvió a utilizar el jabón, pero su costo era elevado porque se pagaba mucho impuesto por él ¿Te imaginas la vida sin jabón?

- Investiguen lo siguiente. Anoten la información en la bitácora.
  - ¿Cómo fabricaban el jabón las diferentes culturas?
  - ¿Por qué el baño se consideró una actividad peligrosa durante la época de la peste bubónica?
  - ¿Cómo se elabora el jabón actualmente?

Cuando un objeto está sucio casi siempre se debe a la adhesión de capas de grasa o aceite que, a su vez, contienen polvo u otras partículas extrañas denominadas **mugre**. Si el objeto es lavado con agua, no se elimina la suciedad; sin embargo, cuando se agrega jabón al agua, la mugre se disuelve y el objeto queda limpio, ¿cómo es posible esto?



Figura 3.36 La saponificación es la reacción química que se lleva a cabo en la producción de jabón y los principales ingredientes son los aceites vegetales y las grasas animales.



Figura 3.37 Las gotas de jabón se agregan poco a poco sobre el agua, sin que toquen el alfiler.

2. Lean y comenten en equipo este texto.

**Acción limpiadora de los jabones**

Juan y sus amigos visitaron la Feria de las Ciencias que organizaron en la Secundaria Benito Juárez. Ahí un equipo presentó un proyecto denominado "Jabones". En su exposición, los alumnos hicieron lo siguiente:

**Experimento 1**

En la superficie del agua contenida en un recipiente, ayudados de unas pinzas para cejas, colocaron cuidadosamente un alfiler para que flotara. Después agregaron al agua (gota a gota), Jabón líquido para trastos, lo que provocó que el alfiler se hundiera (figura 3.37).

**Experimento 2**

En un recipiente con agua depositaron sobre su superficie una tarjeta de cartulina con forma de lancha, de aproximadamente 5 cm x 2.5 cm, con una pequeña ranura en la parte que correspondería al motor (figura 3.38). Después agregaron unas gotas de detergente líquido para trastos en el orificio destinado al motor. Esto motivó que la lancha empezara a moverse sobre el agua.

**Experimento 3**

Sobre la superficie del agua contenida en un recipiente redondo colocaron seis palillos en forma radial, que apuntaban al centro formando un círculo (figura 3.39a). Luego colocaron en el centro un terrón de azúcar; entonces los palillos se desplazaron y se acercaron a éste. Repitieron el experimento; pero en esta ocasión colocaron en el centro un pedazo de jabón. Esta vez los palillos fueron repelidos por el jabón, esto es, se desplazaron alejándose de él (figura 3.39b).

**Experimento 4**

El último experimento lo presentaron en dos partes: en la primera, añadieron en un frasco pequeño de vidrio (como los empleados para líquidos de inyecciones) agua y tres gotas de aceite. Lo agitaron y el agua no se mezcló con el aceite. Luego, en otro frasco añadieron el mismo volumen de jabón líquido para trastos y tres gotas de aceite. Al agitarlo, el aceite se disolvió en el jabón. En la segunda parte, mostraron una moneda de cobre. La limpiaron con una frañela y pidieron a otra persona que la tomaran en sus manos para percibir si la sentían pegajosa o resbalosa, o para detectar cualquier otra característica peculiar sobre su textura. Posteriormente, pusieron algunas gotas de agua sobre la moneda, utilizando un gotero y contaron el número de gotas que podían depositar en su superficie antes de que el agua se derramara.

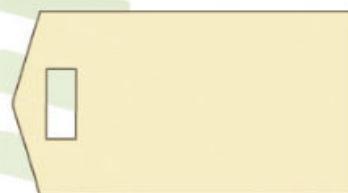


Figura 3.38 Forma que debe llevar la tarjeta del experimento 2.

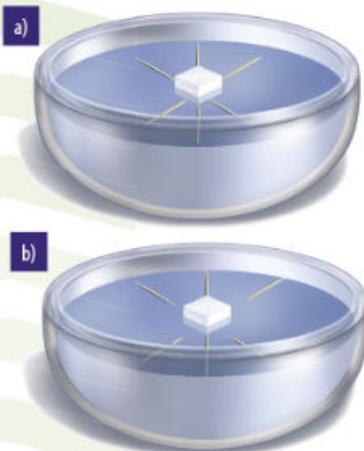


Figura 3.39 a) Los palillos se acercan al terrón de azúcar. b) Los palillos se alejan cuando se cambia el azúcar por un pedazo de jabón.

Hicieron el experimento tres o cuatro veces más para comprobar que podía ser repetido. Después, frotaron la moneda con un poco de jabón líquido y nuevamente contaron el número de gotas de agua que podían agregar a la superficie de la moneda antes de que se derramara. También lo repitieron varias veces. El resultado fue que al aplicar el jabón líquido en la moneda, el número de gotas de agua que contaron fue mucho menor. Varias personas pidieron una explicación de lo sucedido, pero los estudiantes no lograron satisfacer sus dudas.

**FASE 2: PLANEACIÓN**

Para darse una idea, consideren estas preguntas generadoras.

- ¿Qué conceptos buscarían y dónde, para dar una buena explicación a los experimentos anteriores? ¿Qué otros experimentos harías? ¿Con qué otros materiales probarías? ¿Por qué? ¿Cómo relacionan los experimentos con el efecto limpiador del jabón?
- ¿Qué diferencia hay entre un jabón y un detergente? ¿Cuál de estos productos consideras que es más amigable con el ambiente? ¿Por qué?
- ¿Qué experimentos efectuarían para demostrar la diferencia entre un jabón y un detergente?
- ¿Cómo se fabrica un jabón? ¿Cuál es la reacción que se lleva a cabo? ¿Cuáles son los materiales? ¿Qué precauciones deben de tener al elaborarlo?

Elaboren su planificador; usen la siguiente tabla como muestra:

Actividades	Productos parciales	Materiales	Responsable	Fecha de entrega

**FASE 3: DESARROLLO**

Con la información que hayan encontrado, hagan **fichas de trabajo** para resumir lo más importante. Otras estrategias que les pueden ayudar a organizar la información es la elaboración de mapas conceptuales o mentales para que vean la relación entre los contenidos de su proyecto de trabajo y los contenidos de este bloque.

Si van a elaborar jabón, consulten con su profesor, antes de que comiencen, el procedimiento que seguirán, el lugar donde lo harán, y las medidas de seguridad que deben tener (figura 3.40). Puede suceder que con la información recabada decidan modificar la situación problemática con la que iniciaron su proyecto. Si es así, háganlo con su profesor y de acuerdo con él, continúen su investigación.



Figura 3.40 En la elaboración de jabón se requiere hidróxido de sodio, por lo que es importante que utilicen una bata de algodón, lentes protectores y guantes desechables de látex.

**Intérn@te**

En estas direcciones electrónicas hay más información sobre el tema:

Historias del jabón: <http://www.redir.mx/SQCS-185a>.

Un breve repaso sobre la historia del jabón: <http://www.redir.mx/SQCS-185b>.

Manual de jabón: <http://www.redir.mx/SQCS-185c>.

Fabricando jabón: <http://www.redir.mx/SQCS-185d>.

Jabón casero con aceite usado: [www.redir.mx/SQCS-185e](http://www.redir.mx/SQCS-185e)

Saponificación, cómo hacer jabón: <http://www.redir.mx/SQCS-185f>



Figura 3.41 Apariencia de la pasta de jabón artesanal.

✓ FASE 4: COMUNICACIÓN

La comunicación de los proyectos es una fase indispensable para que sus compañeros y su comunidad conozcan lo que ustedes están haciendo. Podrían organizar una Feria de las Ciencias como la que visitó Juan en la Secundaria Benito Juárez. También pueden hacer una campaña para difundir medidas de higiene y presentar ahí sus productos, hacer un periódico mural o un taller en el que enseñen a sus compañeros a elaborar jabones (figura 3.41).

Una vez terminada la presentación de los resultados, comenten qué beneficios les aportó el proyecto a ustedes y a su comunidad. También mencionen si piensan que hubo cambios en sus actitudes y en las de las personas a quienes se dirigieron.

Proyecto **2** ¿De dónde obtiene la energía el cuerpo humano?

✓ FASE I: INICIO

En este bloque conocieron los elementos químicos que son importantes para un buen funcionamiento de nuestro organismo; también aprendieron cómo se mide la energía que contienen los alimentos, y reflexionaron sobre la conveniencia de una dieta correcta y algunas de las consecuencias del consumo en exceso de alimentos con alto contenido de grasas.

Ya saben que la energía se obtiene principalmente de los alimentos y es utilizada para que trabajen los órganos (corazón, pulmón, músculos, intestino, entre otros) y lleven a cabo las funciones diarias, como trabajar, caminar, comer, estudiar, correr, leer.

¿Qué pasa cuando en el cuerpo hay carencia de nutrientes?

1. Lean el siguiente texto y coméntenlo.



El 31 de marzo de 2005, en un hospital para enfermos terminales, murió Terri Schiavo, a los 41 años de edad. Sobrevivió catorce días después del retiro, por orden judicial, de la sonda a través de la cual fue alimentada durante los 15 años que permaneció en estado vegetativo.

Terri nació en diciembre de 1963 y durante su adolescencia llegó a pesar 90 kg con una estatura de 1.60 m. Cuando tenía 20 años pesaba 49 kg debido a las rigurosas dietas que seguía. A esta edad contrajo matrimonio y al paso de los años desarrolló bulimia, un desorden alimentario (figura 3.42). En 1990 sufrió un paro cardíaco que, como secuela, dañó su cerebro.

Figura 3.42 La bulimia es un trastorno alimentario en el que se consume comida en exceso y se elimina mediante vómitos y laxantes.

Para mantenerla con vida, fue conectada a un ventilador mecánico, para lo cual se le practicó una **traqueotomía**. Tuvieron que practicarle también una **gastrectomía**, esta última para mantenerla nutrida e hidratada. Los médicos determinaron que todo su problema se debió a un trastorno del metabolismo del potasio relacionado con las dietas que seguía para adelgazar. Semanas después salió del coma, pero nunca recobró la conciencia y permaneció en estado vegetativo durante 15 años.

Su esposo Michael tomó la determinación de cumplir el deseo que Terri le habría manifestado, de no mantenerla con "vida artificial" pero sus padres se negaban a desconectarla. Finalmente, después de 15 años, él obtuvo una autorización judicial para suspender la alimentación que recibía a través de la sonda. La autopsia que se le practicó demostró que el cerebro de Terri tenía una masa de 615 g (la de un cerebro humano adulto es de entre 1 300 g y 1 500 g), que correspondía a la masa del cerebro de un paciente en estado vegetativo permanente.

2. Después de comentar la lectura, contesten las siguientes preguntas.

- ¿Creen que los desórdenes alimentarios de Terri se podían haber evitado? ¿Cómo?
- ¿Había en esa época suficiente información para que ella reflexionara sobre su caso y buscara ayuda profesional? De haber recibido ayuda, ¿qué se le hubiera dicho?
- ¿Qué tipo de alimentación pudo mantenerla con vida durante tantos años? Escriban los nutrimentos que consideras se le suministraron durante los 15 años que estuvo en estado vegetal.
- ¿Qué le sucede al sistema digestivo cuando deja de recibir alimentos durante mucho tiempo?
- Investiga cuáles son los primeros signos de desnutrición que se observan en una persona que no tiene una dieta suficiente.
- Investiga cuáles son los daños que sufre el cuerpo humano por la desnutrición.
- Investiga en qué consisten la bulimia y la anorexia. ¿Existe tratamiento para ambos trastornos de la alimentación? ¿En qué consiste?

Glosario

**Traqueotomía:** consiste en hacer una incisión en la tráquea para insertar un tubo con que respirar.

**Gastrectomía:** consiste en practicar una incisión en el estómago y se inserta una manguera (sonda de alimentación), por donde se alimenta a la persona enferma.

Ya vimos que Terri murió porque suspendieron el suministro de alimentos y la hidratación necesaria para mantener su cuerpo con vida. Ahora sabemos que a pesar de estar postrada en la cama, su cuerpo gastaba energía cada día y al suprimir su fuente, ya no fue posible que su organismo llevara a cabo los procesos metabólicos que cubrieran las necesidades básicas para vivir.

Los seres humanos somos muy afortunados porque tenemos al Sol como fuente de energía y su luz es aprovechada por las plantas verdes que captan ésta y la transforman por medio de la fotosíntesis en energía química que se almacena en biomoléculas como la glucosa. Mediante las cadenas alimentarias, esta energía nos llega a los seres humanos.

Intérn@te

En las siguientes direcciones electrónicas encontrarás más información acerca de la obtención de energía por el cuerpo humano:  
Energía: <http://www.redir.mx/SQCS-187a>

Funciones y metabolismo de los nutrientes: <http://www.redir.mx/SQCS-187b>

En busca de la energía perdida, ¿qué te tomas?: <http://www.redir.mx/SQCS-187c>

Linternas vivientes: <http://www.redir.mx/SQCS-187d>

¿Estás comiendo bien? <http://www.redir.mx/SQCS-187e>

¿Por qué nos calienta una cobija? <http://www.redir.mx/SQCS-187f>

Dietas, mitos y realidades: <http://www.redir.mx/SQCS-187g>

Productos milagro para adelgazar: <http://www.redir.mx/SQCS-187h>

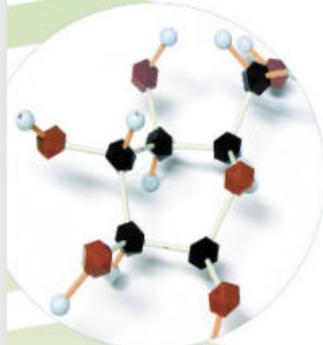


Figura 3.43 Modelo de la molécula de glucosa. Este azúcar es la molécula energética por excelencia. Las barras indican los puntos donde está almacenada la energía química.

La bioenergética se encarga de estudiar los procesos por los que las células utilizan, transforman, liberan o almacenan la energía (figura 3.43). Se sabe que la energía química de los monómeros que conforman las biomoléculas se encuentra en los enlaces covalentes y es la ruptura del ATP, también llamada **molécula energética**, la que libera gran energía.

**FASE 2: PLANEACIÓN**

A continuación les damos algunas ideas para elegir el tema de su proyecto.

- ¿De dónde obtiene la energía el cuerpo humano? (figura 3.44)
- ¿Qué alimentos proporcionan esa energía?
- ¿Qué es la fotosíntesis? ¿Qué factores intervienen en ella?
- ¿Cuáles son esos procesos metabólicos que se llevan a cabo dentro de nuestras células para obtener energía?
- ¿Qué es la energía? ¿Cuántos tipos de energía hay?
- ¿Qué entienden por *metabolismo*? ¿Qué reacciones son las que se efectúan? ¿Qué es el ATP? ¿En qué sitios del cuerpo humano se lleva a cabo el metabolismo?
  - ¿Cuánta energía gastan en sus actividades cotidianas? ¿Cuántas calorías deben consumir al día?
  - ¿Cuál actividad física es la que requiere más energía? ¿Cómo se elabora un plan de acondicionamiento físico que esté equilibrado con una buena nutrición?



Figura 3.44 Los cereales son un tipo de alimentos, ricos en carbohidratos, que proporcionan una buena cantidad de energía.

Una vez que eligieron la situación problemática recuerden que para cumplir el objetivo del proyecto deben organizar las actividades y tareas necesarias. Especifiquen quién será el o los responsables de las tareas y elaboren un cronograma de actividades.

**FASE 3: DESARROLLO**

Para iniciar su proyecto hagan consultas bibliográficas, revisen sitios de Internet y sistematicen la información de manera que resulte fácil visualizarla y analizarla para obtener conclusiones.

Elaboren un mapa conceptual, recuerden que deben incluir los contenidos de este bloque: reacciones químicas, su representación, la liberación o absorción de energía, la caloría, los alimentos y su aporte calórico, la tercera revolución química y el mol.

Hagan gráficas y tablas con la información que obtengan. Una opción es desarrollar un proyecto tecnológico y entonces llevar a cabo experimentos para demostrar cómo obtiene la energía el cuerpo humano.

Otra opción es un proyecto ciudadano, como una investigación acerca de los desórdenes alimentarios más comunes en la comunidad.

**FASE 4: COMUNICACIÓN**

Reúnanse para obtener conclusiones fundamentadas (figura 3.45). Elijan la información que comunicarán; ésta debe estar relacionada con las reacciones que se llevan a cabo dentro del cuerpo humano para obtener la energía, por lo que sería interesante que escribieran y representen una obra de teatro para que el público asistente conozca qué sucede durante el metabolismo de los alimentos.

Otras formas de presentar los resultados del proyecto son mediante un tríptico, un periódico mural o una mesa redonda. En caso de que hayan hecho experimentos, lo ideal es organizar una feria de las ciencias e invitar a sus familiares y a las personas de su comunidad para que conozcan cómo es que nuestro cuerpo obtiene energía.

**FASE 5: EVALUACIÓN**

Evalúen su participación y la de sus compañeros en el proyecto. Para ello diseñen cuestionarios con los aspectos que les interesen y luego contestarlos (trabajen en su bitácora). En el cuadro 3.6 les damos algunos ejemplos de preguntas para autoevaluarse, no importando el tipo de proyecto que hayan elegido. Procuren contestarlas con honestidad.



Figura 3.45 La mejor forma de obtener conclusiones es a través de las discusiones argumentadas y moderadas.

Cuadro 3.6 Guía para evaluar el proyecto de bloque 3

Preguntas	¿Sí o no?	¿En qué evidencias nos basamos para saberlo?	¿Cómo mejoraríamos?
¿Planteamos una situación problemática de nuestro interés para la elaboración de jabones o sobre cómo obtiene energía el cuerpo humano?			
Con base en el problema, ¿planteamos premisas, supuestos y alternativas de solución?			
¿Seleccionamos información conveniente para nuestro proyecto, la organizamos, elaboramos gráficas y las utilizamos a lo largo del proceso?			
¿Aplicamos algunos de los fundamentos básicos que se utilizan en la investigación científica escolar o en la experimentación?			
¿Conocimos y presentamos a la comunidad los productos de nuestros proyectos?			
¿Argumentamos las implicaciones sociales de nuestros resultados?			
¿Comunicamos con lenguaje químico y de manera eficiente los resultados de nuestra investigación científica?			
¿Evaluamos el costo de los productos elaborados? ¿Podemos iniciar un negocio de producción de jabones?			
¿Evaluamos los aciertos y debilidades del procesos que seguimos en el proyecto?			

Reactivo

1

Instrucciones

1. Lee atentamente el siguiente texto.
2. Responde las preguntas relativas al texto. Posteriormente, con la guía del profesor, discútelas con tus compañeros aportando argumentos científicos.



El gasto de calorías y la salud

La siguiente tabla (extraída de la décima edición de las recomendaciones RDA (Recommended Dietary Allowances) publicadas en Estados Unidos de América por la National Academic of Science) muestra la recomendación diaria de ingesta de calorías (RDA) para personas del sexo femenino, con frecuencia cardíaca media y actividad física moderada.

Sexo	Edad (años)	Peso (kg)	Estatura (cm)	TMB <sup>a</sup> (kcal/día)	Ración media (kcal)		
					Múltiplo TMB	Por kg <sup>b</sup>	Por día <sup>c</sup>
Mujeres	11-14	46	157	1 310	1.67	47	2 200
	15-18	55	163	1 370	1.60	40	2 200
	19-24	58	164	1 350	1.60	38	2 200
	25-50	63	163	1 380	1.55	36	2 200
	51 o más	65	160	1 280	1.50	30	1 900

- a) TMB (tasa de metabolismo basal)
- b) Por kilogramo de peso corporal
- c) Total de kilocalorías redondeado. Éste se puede calcular multiplicando el peso (kg) por la ración media (kcal/kg) o los requerimientos de la TMB (kcal/día) por el múltiplo TMB

A continuación, se presenta una relación del gasto calórico aproximado para diferentes actividades físicas. El gasto calórico se ha calculado para una persona cuya frecuencia cardíaca media sea de 60 a 65 latidos por minuto. La frecuencia cardíaca máxima (FCM) que alcanza el corazón ante un ejercicio físico alto depende de la edad y puede calcularse mediante esta ecuación:

$$FCM = 220 - \text{edad}$$

donde la edad está expresada en años y la frecuencia cardíaca máxima en latidos por minuto.

Actividad física	Gasto energético (kcal/kg de masa corporal)	Actividad física	Gasto energético (kcal/kg de masa corporal)
natación (1 h)	6	actividades de gimnasio (por hora)	9.5
caminar 3 000 m/h	2.5	aparatos y pesas (por hora)	4
caminar 5 000 m/h	3.3	gimnasia de estiramiento (por hora)	2.5
caminar 6 000 m/h	4.3	gimnasia step-aeróbica (por hora)	8.5
voleibol	3	saltar la cuerda (por hora)	8.5
trotar 8 000 m/h	8	basquetbol (por hora)	6

trotar 10 000 m/h	10	soccer (por hora)	7
trotar 12 000 m/h	12	actividades en la casa (por hora)	3
subir y bajar 60 escalones	$16 + 4 \times (\text{peso}(\text{kg}) - 50) / 10$	bailar intensamente (1 h)	4.8
ciclismo al aire libre (cada 16 km/h)	4	bailar con calma (1 h)	3
ciclismo estacionario, esfuerzo ligero (por hora)	5.5	ciclismo estacionario, esfuerzo intenso (por hora)	10.5

Cuanta más actividad física se lleva a cabo mayor es el consumo de calorías requerido. La demanda calórica de una persona está condicionada por su esfuerzo físico día a día y se clasifica en tres niveles:

- actividad física baja, personas que no hacen ningún ejercicio físico;
- actividad física moderada, personas que caminan a sus ocupaciones cotidianas, que suben las escaleras en lugar de usar el ascensor, entre otras;
- actividad física intensa, personas que, además de caminar a sus ocupaciones o subir por las escaleras, hacen alguna actividad física a diario.

En este sentido, para determinar cuántas kilocalorías se necesitan a diario, se debe multiplicar el peso por un factor de 20 y al resultado de esta operación se le debe multiplicar por un segundo factor, que varía en función de la actividad física:

- factor 1.3, si no se realiza ninguna actividad física;
- factor 1.5, si se realiza actividad física moderada;
- factor 2, si se realiza actividad física intensa.

Preguntas

1. ¿Cuál es el requerimiento energético de una mujer que pesa 75 kg. y que camina todos los días a su lugar de trabajo? Argumenta tu respuesta.
  - a) 2 350 kcal al día.
  - b) 15 750 kcal a la semana.
  - c) 3 000 kcal al día.
  - d) 58 500 kcal al mes.
2. Una mujer de 16 años que pesa 67 kg y mide 1.65 m consume diariamente 3 300 kcal. Contesta.
  - ¿Cuántas calorías promedio consume en exceso, si su actividad física es baja?
  - Si el estilo de vida de la mujer se modifica de tal manera que ahora su actividad física es moderada, ¿cuántas calorías debería reducir en su alimentación?
  - Si esta mujer no quisiera reducir su ingesta calórica y en cambio deseara modificar su actividad física de forma que ahora sea intensa, ¿qué rutina deportiva podría cumplir para que su organismo "queme" las calorías excedentes? Incluye por lo menos tres opciones de ejercicio sin que éstos resulten exhaustivos, es decir, que su frecuencia cardíaca no supere en 75% el de su frecuencia cardíaca máxima.
3. Un joven tiene una masa corporal de 78 kg. Calcula cuánta energía gasta si sube y baja 20 veces una escalera de 15 escalones.

**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

# BLOQUE 4

## La formación de nuevos materiales

Aprendizajes esperados	Contenidos
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identifica ácidos y bases en materiales de uso cotidiano.</li> <li>• Identifica la formación de nuevas sustancias en reacciones ácido-base sencillas.</li> <li>• Explica las propiedades de los ácidos y las bases de acuerdo con el modelo de Arrhenius.</li> </ul>	<p><b>IMPORTANCIA DE LOS ÁCIDOS Y LAS BASES EN LA VIDA COTIDIANA Y EN LA INDUSTRIA</b></p> <p><b>Lección 1.</b> Propiedades y representación de ácidos y bases</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identifica la acidez de algunos alimentos o de aquellos que la provocan.</li> <li>• Identifica las propiedades de las sustancias que neutralizan la acidez estomacal.</li> <li>• Analiza los riesgos a la salud por el consumo frecuente de alimentos ácidos, con el fin de tomar decisiones para una dieta correcta que incluya el consumo de agua simple potable.</li> </ul>	<p><b>¿POR QUÉ EVITAR EL CONSUMO FRECUENTE DE LOS “ALIMENTOS ÁCIDOS”?</b></p> <p><b>Lección 2.</b> Toma de decisiones relacionadas con: importancia de una dieta correcta</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identifica el cambio químico en algunos ejemplos de reacciones de óxido-reducción en actividades experimentales y en su entorno.</li> <li>• Relaciona el número de oxidación de algunos elementos con su ubicación en la Tabla periódica.</li> <li>• Analiza los procesos de transferencia de electrones en algunas reacciones sencillas de óxido-reducción en la vida diaria y en la industria.</li> </ul>	<p><b>IMPORTANCIA DE LAS REACCIONES DE OXIDACIÓN Y DE REDUCCIÓN</b></p> <p><b>Lección 3.</b> Características y representaciones de las reacciones redox</p> <p><b>Lección 4.</b> Número de oxidación</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Propone preguntas y alternativas de solución a situaciones problemáticas planteadas, con el fin de tomar decisiones relacionadas con el desarrollo sustentable.</li> <li>• 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.</li> <li>• Comunica los resultados de su proyecto de diversas formas, proponiendo alternativas de solución relacionadas con las reacciones químicas involucradas.</li> <li>• Evalúa procesos y productos de su proyecto considerando su eficacia, viabilidad e implicaciones en el ambiente.</li> </ul>	<p><b>PROYECTOS: AHORA TÚ EXPLORA, EXPERIMENTA Y ACTÚA (PREGUNTAS OPCIONALES) INTEGRACIÓN Y APLICACIÓN</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Cómo evitar la corrosión?</li> <li>• ¿Cuál es el impacto de los combustibles y posibles alternativas de solución?</li> </ul>



Una forma de estudiar las reacciones químicas es clasificarlas en reacciones ácido-base y reacciones redox o de óxido-reducción. Las interacciones de las sustancias explican lo que ocurre a nuestro alrededor y en nuestro organismo, y mediante ellas obtenemos materiales de gran importancia para nuestra vida. ¿Por qué es necesario consumir frutas y verduras frescas? ¿Cómo funcionan los medicamentos que alivian la acidez estomacal? ¿Por qué algunos alimentos se vuelven rancios? ¿Por qué el vino se transforma en vinagre? ¿De dónde surge el oxígeno que respiramos para mantenernos vivos? ¿Cómo ha logrado la química producir materiales que sustituyen a otros cada vez más escasos y difíciles de conseguir? ¿Qué hacer para controlar los desechos industriales y la basura generados por la industria química? En este bloque encontrarás la respuesta a estas interrogantes.

## Importancia de los ácidos y las bases en la vida cotidiana y en la industria

## Lección

## 1

### Propiedades y representación de ácidos y bases

#### 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.



#### RECONOCE LO QUE SABES

Juan se preparó una jarra de agua de Jamaica; al terminar, lavó los trastes y se dio cuenta de que al agregar jabón al vaso que contenía restos del agua de Jamaica, ésta cambiaba de color, de rojo a un color más oscuro. Juan le comentó a Martha lo que observó y juntos se propusieron investigar el porqué del cambio de color (figura 4.1).



Figura 4.1 La flor de Jamaica tiene una sustancia colorida que cambia de color dependiendo del medio.

#### 1. Contesta en tu cuaderno.

- ¿Qué sabor tienen el vinagre y el jugo de limón?
- ¿Qué sensación al tacto te dejan el jabón y el champú?
- Cuando te bañas y te entra jabón en los ojos y la boca, ¿qué sensaciones percibes?
- ¿A qué crees que se refieren los comerciales que anuncian antiácidos para combatir la acidez estomacal?

Al terminar, compara tus respuestas con las de tus compañeros, lleguen a acuerdos y después coméntenlos con el profesor.



#### NUEVOS ELEMENTOS

En lo cotidiano tenemos un contacto frecuente con sustancias que los químicos han clasificado como **ácidos**. Reconocemos como "ácido" el sabor característico de algunas frutas cítricas, por ejemplo, las naranjas y los limones. Este sabor se debe a la presencia de ácidos orgánicos como el **ácido cítrico** ( $C_6H_8O_7$ ). Por otro lado, en manzanas, ciruelas y tomates encontramos el **ácido málico** ( $C_4H_6O_5$ ), y en las uvas, el **ácido tartárico** ( $C_4H_6O_6$ ) (figura 4.2).

Hay otros ácidos que con seguridad te resultan familiares. El cuerpo humano requiere vitamina C, que se encuentra en las frutas cítricas y en otras frutas y verduras. El nombre químico de la vitamina C es **ácido ascórbico** ( $C_6H_8O_6$ ). Este ácido no es sintetizado por el organismo humano, de modo que debe ingerirse con los alimentos. Es importante consumir frutas y vegetales crudos, ya que al cocerlos se destruye parte de esta vitamina.

Figura 4.2 La mayoría de las frutas contiene ácidos orgánicos.

La falta de ácido ascórbico ocasiona una enfermedad llamada **escorbuto**, de ahí viene el término **ascórbico**. El escorbuto era común entre los marineros, pues éstos emprendían largas travesías en alta mar, lo cual impedía que consumieran frutas y verduras frescas. La vitamina C incrementa la asimilación de hierro, calcio y fósforo, elementos requeridos para el buen funcionamiento del cuerpo humano, como recordarás por lo estudiado en el bloque 2 (figuras 4.3 y 4.4).



Figura 4.3 Estos productos contienen ácido ascórbico, comúnmente conocido como vitamina C.

Tu cuerpo obtiene ácido ascórbico si te alimentas de frutas y verduras. Otra opción es ingerir las tabletas efervescentes de este ácido que son sintetizadas en laboratorios farmacéuticos y que se venden en las farmacias. Hoy los marineros ya no sufren de escorbuto, pues en sus viajes llevan la suficiente cantidad de vitamina C en tabletas.

El **ácido clorhídrico**, que mencionamos en relación con el jugo gástrico, tiene como fórmula química **HCl**. También es ácido clorhídrico el compuesto que se compra en las ferreterías con el nombre de **ácido muriático** y es utilizado para la limpieza de superficies cerámicas y azulejos.

Por otro lado, desde la Antigüedad el ser humano descubrió el carácter **básico** de muchos materiales y los utilizó, por ejemplo, en la fabricación de jabón. En la actualidad, las características básicas de algunas sustancias, a las que se da el nombre de **bases** o **álcalis**, se aprovechan para fabricar varios productos comerciales.

La industria farmacéutica utiliza diversas bases para el tratamiento de la acidez estomacal, como el hidróxido de magnesio, que se usa como antiácido y laxante; en la industria alimentaria se emplea el hidróxido de calcio, en el proceso denixtamalización del maíz; en la elaboración de productos de limpieza y jabones se usa el hidróxido de sodio (sosa cáustica); los hidróxidos de magnesio y aluminio son aditivos en la fabricación de plásticos, y el amoníaco se utiliza en la producción de fertilizantes.

El bicarbonato de sodio ( $NaHCO_3$ ), que también es una base, se utiliza como antiácido, como polvo para hornear, para que las verduras conserven su color verde al cocerse, para eliminar malos olores y elaborar productos de limpieza, para el cuidado de la piel, la higiene bucal, etc. Como podrás darte cuenta, muchas de las sustancias que utilizamos a diario son ácidos y muchas otras son bases (figura 4.5 de la página siguiente).

Una manera de clasificar las sustancias como ácidos o bases, consiste en examinar sus propiedades organolépticas. Entre éstas, las consideradas para caracterizarlos son la textura (en el caso de las bases, estas son resbalosas) y el sabor (en el caso de los ácidos) (figura 4.5 de la página siguiente).

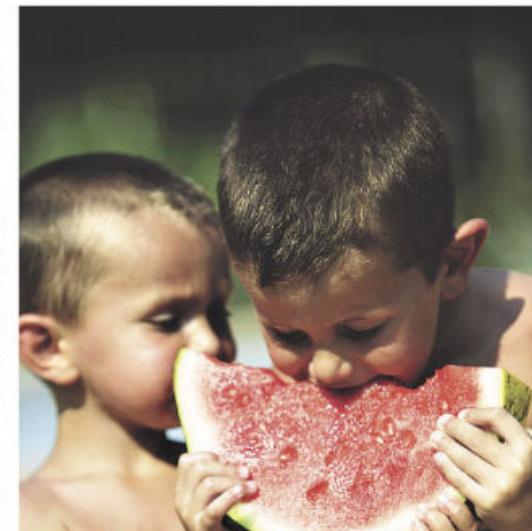


Figura 4.4 Desde niños debemos aprender a comer alimentos que nos ayuden a mantener la salud de nuestro cuerpo.

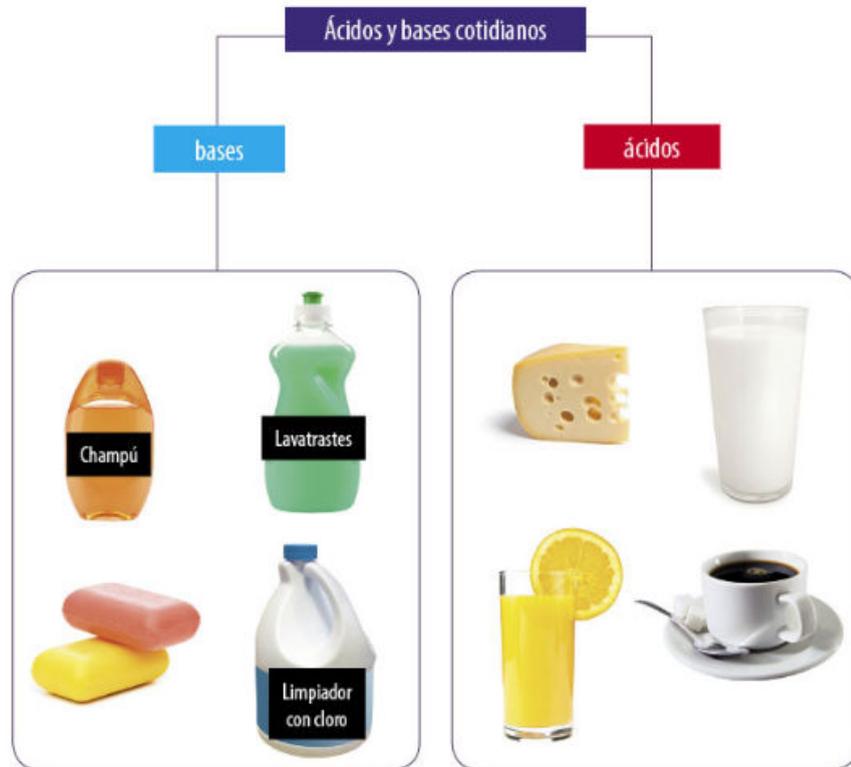


Figura 4.5 Algunos ejemplos de ácidos y bases que encuentras en tu entorno.

Como ya aprendiste en el bloque 1, las **propiedades organolépticas** son aquellas que se perciben por medio de los sentidos, por ejemplo, homogeneidad, aspecto, olor, color, sabor y textura. Algunas las analizaste con el nombre de **propiedades cualitativas**. Mediante tres de las propiedades organolépticas se diferencia un ácido de una base: sabor, olor y textura (figura 4.6).



Figura 4.6 Cuando utilizamos los sentidos como herramienta científica, éstos nos aportan muchos conocimientos, por ejemplo, el sabor ácido del limón.

Hemos hablado de varias sustancias identificadas como ácidos o bases. Mencionamos que el limón, la vitamina C, el vinagre y el ácido clorhídrico son "ácidos"; mientras que la sosa cáustica, los antiácidos, el bicarbonato de sodio y los hidróxidos de calcio y magnesio son bases. Pero ¿por qué los químicos las definen como tales?

La especie química por la que se caracteriza una sustancia como ácida es el **ion hidrógeno**, el cual se representa con la fórmula  $H^+$  y también se conoce como **protón**. Corresponde a un átomo de hidrógeno que ha perdido su **electrón de valencia** y queda como un ion con carga positiva.

También puede representarse como  $H_3O^+$ , llamado **ion hidronio**, que en realidad es el ion hidrógeno hidratado o protón hidratado:



En los textos de química encontrarás ambos nombres y quizá otros más, pero las especies son equivalentes y también son las responsables de la acidez de las sustancias químicas.

En cuanto a las bases, la especie química que provoca la basicidad o alcalinidad de las sustancias es el **ion hidróxido**, también llamado **ion hidroxilo u oxhidrilo**, que se representa como  $OH^-$ .

En la naturaleza existen materiales que se comportan como ácidos y otros que se comportan como bases. Muchos de ellos los empleamos todos los días; por ejemplo, agregamos ácido cítrico (jugo de limón) a la ensalada de lechuga y usamos amoníaco ( $NH_3$ ), que es una base, en la limpieza de la cocina y el baño.

Para determinar la naturaleza ácida o básica de una sustancia se emplean indicadores. De manera general, los indicadores **ácido-base** son compuestos orgánicos cuya forma ácida presenta un color diferente al de su forma básica (figura 4.7). En el cuadro 4.1 se muestran algunos indicadores y el color que presentan sus formas ácida y básica, y el intervalo de pH en el que presentan estos cambios de color.



Figura 4.7 La fenolftaleína, adquiere un color rosa mexicano cuando el medio es básico. En cambio, es incolora en medio ácido.

Cuadro 4.1 Algunos indicadores ácido-base			
Indicador	Color de la forma ácida	Color de la forma básica	Intervalo de pH en el que cambian de color
violeta de metilo	amarillo	azul violeta	0.1 a 1.6
azul de bromofenol	amarillo	azul	3.0 a 4.6
anaranjado de metilo	anaranjado	amarillo	3.1 a 4.4
rojo de cresol	amarillo	rojo	7.0 a 8.8
fenolftaleína	incoloro	rosa	8.2 a 9.8
tornasol	rojo	azul	5.0 a 8.0

Los indicadores nos revelan si una sustancia es ácida o básica. De seguro has oído expresiones como "utiliza jabones neutros", "los jabones comunes tienen un pH básico y dañan la piel", "este champú tiene un pH balanceado". Veamos ahora a qué se refiere el concepto de pH.

Las letras **pH** significan **potencial de hidrógeno**. Se trata de un valor que se representa en una escala con números que van de **0 a 14** (figura 4.8).

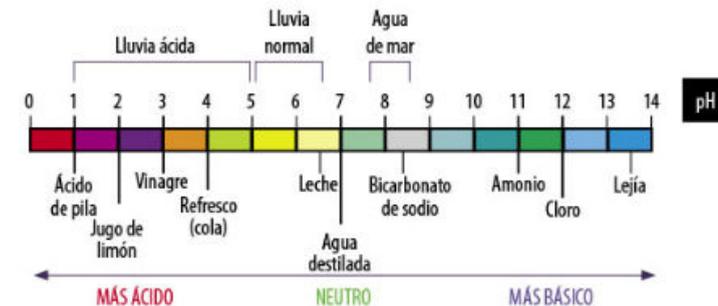


Figura 4.8 Escala de pH y algunos ejemplos de sustancias con distintos valores de pH.



Figura 4.9 El pH-metro se debe calibrar antes de utilizarse para asegurar la exactitud de los datos.

Observa en la escala que el agua pura, que es neutra, tiene un valor de  $\text{pH}=7$ . Los valores menores que siete implican materiales ácidos: mientras menor sea el valor del pH, mayor será la acidez. Los valores mayores que siete implican materiales bases: a medida que el pH aumente, el material será más básico.

El jugo gástrico tiene un pH de 0.3, el vinagre de 2.9, el café de 5, la leche de 6.5. ¿Serán ácidos o bases? La sangre tiene un pH de 7.4; el agua de mar, de entre 7.5 y 8; la saliva por lo común presenta valores entre 6.5 y 7.4; el jabón de manos, un valor de 10, y la sosa cáustica, de 13. ¿Cuáles de estos materiales son ácidos y cuáles bases? Para conocer el valor del pH de una sustancia se conocen varios métodos.

#### Con un pH-metro

Es un instrumento electrónico que mide el pH de una disolución. El aparato debe calibrarse antes de su empleo mediante **disoluciones patrón de pH** conocido (4, 7 y 10). Entre medición y medición debe limpiarse el electrodo del pH-metro con agua destilada para evitar contaminación por las sustancias analizadas. Estos instrumentos son tan sofisticados que incluso miden la temperatura de la disolución, ya que el pH depende de ella. La figura 4.9 muestra un instrumento de este tipo.



Figura 4.10 El papel pH posee varios cuadrados que cambian de color, dependiendo del pH. Para conocer el valor de pH se compara con la escala del empaque.

#### Mediante el uso de papel pH

El papel está impregnado de una disolución indicadora universal que vira (el viraje se refiere al cambio de color) o cambia dando lecturas de valores enteros de pH desde 1 hasta 14. Los valores obtenidos dan una idea bastante aproximada del valor real. El papel pH se emplea cuando la cantidad de muestra de que se dispone es mínima, el líquido es turbio o no queremos contaminarla. Con la ayuda de una varilla de vidrio se extrae una gota de la muestra y se moja el papel indicador. Una vez que se ha producido el viraje se comprueba en la escala de colores el valor aproximado de pH. La figura 4.10 muestra una de las presentaciones de papel pH empleado en los laboratorios de química.



#### Glosario

**Disolución patrón de pH:** disolución cuyo pH es perfectamente conocido y sirve como referencia.



#### Taller de habilidades científicas

### Identificación de ácidos y bases

En su casa hay diversas sustancias que a diario se utilizan, ya sea para la limpieza de los pisos, lavar la ropa o incluso cuando se bañan. También hay alimentos que seguramente desearán examinar. En este taller identificarán cuáles sustancias son ácidas y cuáles, básicas.

#### Habilidades y actitudes que aplicarás

Observar, identificar, predecir, comunicar. Manifestarán interés, curiosidad e imaginación.

#### Materiales y reactivos

- Col morada, cuchillo, dos recipientes de boca ancha, colador de cocina, agitador, frasco gotero ámbar limpio con etiqueta, 5 ml de disolución de ácido clorhídrico (HCl) al 1% y 5 ml de disolución de hidróxido de sodio (NaOH) al 1% (ambas se las proporcionará el laboratorista o su profesor), 20 ml de agua destilada, gradilla (o una caja de cartón con orificios), 15 tubos de ensayo (o vasitos de papel desechables del menor tamaño posible), muestras pequeñas de diversas sustancias como jugo de varias frutas (limón, naranja, uva, mandarina o cualquier otra), vinagre, saliva, leche, café disuelto en agua, limpiador para el hogar a base de amoníaco, cal blanca, agua jabonosa, agua de mar, agua de alguna fuente, agua de la llave obtenida en diferentes lugares, refresco y antiácido.

#### Procedimiento

1. Para hacer un indicador ácido-base corten la col morada en pedacitos y colóquenlos en un recipiente de boca ancha y tamaño adecuado para la cantidad de col morada que tengan. Agreguen agua hirviendo al recipiente con los trozos de col. Dejen que repose y se enfríe; luego separen el líquido obtenido con un colador de cocina y viértanlo en otro recipiente (figura 4.11a). Registren el color. Desechen los trozos de col. Cuando esté frío, coloquen su indicador en un frasco gotero y etiquétenlo; les servirá para saber si las sustancias son ácidas o básicas. Es necesario que lo refrigeren, ya que se descompone fácilmente.
2. Antes de probar diferentes sustancias, deben identificar el comportamiento del indicador de col morada en un medio ácido, en uno básico y también en medio neutro. Para ello, recuerden que el HCl es un ácido, el NaOH o sosa es una base, y el agua destilada es un compuesto neutro, pues no se comporta ni como ácido ni como base (figura 4.11b). Estas sustancias les servirán como testigo o referencia del comportamiento de las sustancias en estudio.
3. Etiqueten tres tubos de ensayo con las siguientes leyendas: 1. Ácido, 2. Básico y 3. Neutro. Añadan a cada uno de ellos 1 ml de la disolución de col morada que prepararon. Además, al tubo 1 agreguen 5 gotas de HCl al 1%; al tubo 2, agreguen 5 gotas de NaOH al 1%, y 5 gotas de agua destilada al tubo 3. Agiten cada tubo; observen y registren el color de cada uno al inicio y al final del experimento.

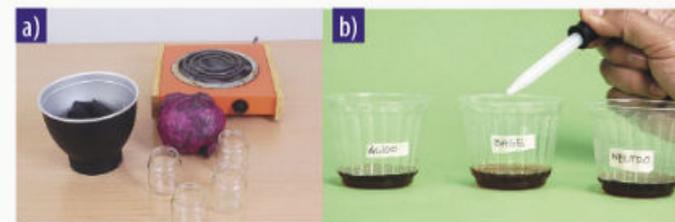


Figura 4.11 a) Indicador ácido-base obtenido a partir de la col morada; b) antes de usar tu indicador, debes conocer qué color presenta en medios ácido y básico.

4. Registren sus datos y observaciones en la tabla de abajo. Escriban sus conclusiones respecto al comportamiento de su indicador ácido-base de col morada.

Tubo	Sustancia	Color inicial	Color del indicador	Color después de la adición	Comportamiento ácido-base
1	Ácido (HCl 1%)				
2	Base (NaOH 1%)				
3	Neutra (agua destilada)				



Junten todos los desechos líquidos en un mismo recipiente. El profesor se encargará de neutralizarlos y posteriormente desecharlos en la tarja.



Figura 4.12 Observen con atención cualquier cambio en la coloración de la muestra que estás utilizando.

Acaban de seguir el procedimiento general para preparar y calibrar un indicador ácido-base a partir de algunos productos naturales. Además de la col morada, otras sustancias idóneas para prepararlo son la flor de cempasúchil, el betabel, la flor de Jamaica, la zanahoria o la flor de bugamvilia. Por supuesto, con papel pH se determina este valor.

- Ahora identifiquen si las siguientes sustancias son ácidas, básicas o neutras por medio del indicador que prepararon. Coloquen una pequeña muestra (aproximadamente 1 ml) de cada sustancia en un tubo de ensayo (o en vasitos): jugo de frutas, vinagre, saliva, leche, café, limpiador para el hogar a base de amoníaco, cal blanca, agua jabonosa, agua de mar, agua de alguna fuente, agua de la llave obtenida en diferentes lugares, refresco y antiácido. Si lo desean, empleen otras sustancias que ustedes seleccionen, para ver qué sucede. Soliciten la autorización del profesor para trabajar con ellas.
- Para identificar el comportamiento ácido, básico o neutro de las sustancias seleccionadas agrégueles cinco gotas de indicador. Agiten y anoten lo que observen. Tengan cuidado al hacer la determinación de productos coloridos. Recuerden que un cambio de color del indicador es lo que indica si se trata de un ácido o de una base (figura 4.12). Si es posible, también determinen el valor de pH para cada sustancia utilizando papel pH. Al finalizar, guarden el indicador restante en el refrigerador.

#### Análisis de resultados y conclusiones

- En el cuaderno diseñen una tabla para anotar todos sus resultados y observaciones. Incluyan una columna en la que dibujen los cambios que percibieron en la coloración del indicador de col morada.
- Escriban sus conclusiones respecto al comportamiento del indicador al probarlo en las sustancias.
- Si comparan sus resultados con el parámetro de los testigos, ¿cuál de las sustancias examinadas consideran que es la más básica? ¿Y la más ácida? ¿Alguna resultó neutra? ¿Cuál?
- Comenten en equipo sus resultados y conclusiones, y preséntenlas a sus compañeros de grupo y al profesor.



#### La nixtamalización

- Lee el texto y al terminar coméntalo con tus compañeros. Si no conoces el significado de alguna palabra consulta el diccionario.

La **nixtamalización** (figura 4.13) es una técnica que emplearon las culturas prehispanicas y es utilizada hasta nuestros días para tratar el maíz antes de molerlo y preparar la masa con la que se elaboran las tortillas. Consiste en poner el maíz en pailas, recipientes muy grandes, redondos y poco profundos, hechos de metal o greda (tipo especial de arcilla utilizado en alfarería), en los que se cuece el maíz con agua con cal sin que llegue a hervir. Se deja reposar (macerado) y se muele; luego se mezcla con agua para obtener la masa de maíz nixtamalizado.



Figura 4.13 En el México antiguo ya se preparaba el maíz de esta manera, para utilizarlo en diferentes productos alimenticios.



Para efectuar este proceso se emplea cal viva o cal apagada. La **cal viva** es óxido de calcio ( $\text{CaO}$ ), un óxido básico que reacciona con el agua de manera violenta y produce hidróxido de calcio,  $\text{Ca(OH)}_2$ . En este proceso se desprenden grandes cantidades de calor, que alcanza temperaturas de hasta  $90^\circ\text{C}$ .

El hidróxido de calcio (también conocido como **cal apagada**) es una base que al disociarse en agua produce iones calcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ) e iones hidroxilo ( $\text{OH}^-$ ). Las reacciones ácido-base correspondientes son:



El maíz tiene un alto contenido de almidón, así que es un alimento rico en carbohidratos, capaz de saciar el hambre por largos periodos. Durante el proceso de nixtamalización el almidón se gelatiniza y provoca que las partículas del interior del grano se aglutinen, lo que facilita la molienda.

La cal agregada en la nixtamalización es una fuente de calcio asimilable para el organismo; el maíz contiene fósforo, uno de los elementos necesarios para la fijación del calcio en los huesos.

Además, el maíz contiene gran cantidad de proteínas, aunque no todas son asimilables por el organismo. Con el proceso de nixtamalización se hacen digeribles y se libera la niacina, una de las vitaminas que contiene el maíz, al hidrolizarse los enlaces que la mantienen unida a otros constituyentes. Las proteínas del maíz, llamadas **zeínas**, se desnaturalizan durante el proceso de cocción en presencia de cal y, gracias al ion  $\text{Ca}^{2+}$ , forman unidades proteicas más simples y de características especiales que dan a la masa nixtamalizada la adhesividad requerida para que las tortillas sean flexibles y no se rompan.

- Formen equipos y respondan las preguntas que se presentan a continuación. Si es necesario, acudan a la biblioteca de su escuela o investiguen en Internet.
  - ¿Cuál es la importancia del maíz en la dieta de los mexicanos?
  - México es un país en el que se cultiva maíz, ¿por qué en la actualidad es necesario importarlo?
  - ¿Cómo afecta a las propiedades nutricionales de las tortillas hacerlas con un maíz de menor calidad?
  - ¿Cómo afecta la calidad de las tortillas el uso de harinas de maíz cuyo proceso de nixtamalización es incompleto?

#### Neutralización

Los ácidos y las bases reaccionan cuando se ponen en contacto. De manera general puede afirmarse que la reacción entre un ácido y una base genera como productos una **sal** y **agua**. Según la estructura de los reactivos se obtendrán otros productos de reacción, por ejemplo, en el caso de carbonatos y bicarbonatos, también se obtiene dióxido de carbono en forma gaseosa. Veamos algunos ejemplos.



#### Intérn@te

Lee más acerca del proceso de nixtamalización en estos sitios:

<http://www.redir.mx/SQCS-201a>.

<http://www.redir.mx/SQCS-201b>.

<http://www.redir.mx/SQCS-201c>.

<http://www.redir.mx/SQCS-201d>.

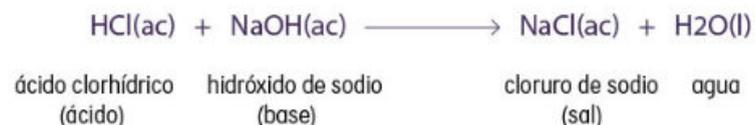
<http://www.redir.mx/SQCS-201e>.

<http://www.redir.mx/SQCS-201f>.



Figura 4.14 Las reacciones de neutralización son parte del proceso de fabricación del papel.

Los ácidos reaccionan con el hidróxido de sodio (NaOH) para formar la sal de sodio y agua:



El cloruro de sodio (NaCl) es la sal presente en el agua de mar y la misma que utilizamos para darle sabor a la comida.

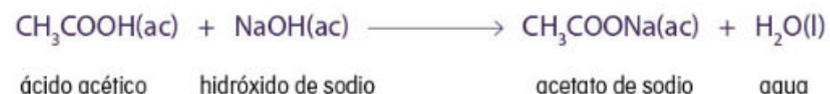
La reacción entre el ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) y el hidróxido de sodio (NaOH) produce sulfato de sodio (Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), que se utiliza en la industria de la fabricación del papel (figura 4.14) y como aditivo en la fabricación de vidrio.



Asimismo, el sulfato de sodio se añade al detergente en polvo para evitar que éste se apelmace y facilitar con ello su manejo.

Aunque existen yacimientos naturales importantes de esta sal, la mayor parte se obtiene como producto en muchos procesos industriales en los que el ácido sulfúrico se neutraliza con compuestos básicos de sodio.

El ácido acético (CH<sub>3</sub>COOH) reacciona con el hidróxido de sodio (NaOH) y produce la sal acetato de sodio (CH<sub>3</sub>COONa):



El acetato de sodio se emplea en la industria textil y en el tratamiento de aguas residuales acidificadas con ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>); es el compuesto químico con el que se da sabor a las papas fritas y suele añadirse a los alimentos como conservador. Además, se utiliza en bolsas térmicas autoactivables que contienen disoluciones sobresaturadas de acetato de sodio trihidratado (CH<sub>3</sub>COONa·3H<sub>2</sub>O), las cuales funcionan al torcerse un disco metálico que se ubica dentro de la bolsa; en ese momento se inicia la cristalización de la disolución contenida. El proceso de cristalización es exotérmico y desprende gran cantidad de calor. Estas bolsas térmicas son muy útiles para el tratamiento de dolores musculares (figura 4.15).

Pasemos a otro caso. Los hidróxidos siempre reaccionan con ácido clorhídrico para formar agua y una sal; veamos la reacción entre el hidróxido de magnesio (Mg(OH)<sub>2</sub>) y el ácido clorhídrico (HCl):



Figura 4.15 Las compresas calientes autoactivables funcionan con base en una reacción química

La reacción química que ocurre entre un ácido y una base se conoce como **reacción de neutralización**. En sentido estricto, al referimos al término **neutralizado**, debe entenderse que se agregan **cantidades equivalentes** de ácido y de base, así que al final de la reacción se eliminan ambos prácticamente en su totalidad y sólo quedan la sal y el agua formadas. Debido a que se trata de una reacción química, las propiedades originales de los reactivos se pierden. El producto obtenido en la reacción tiene un sabor que no es agrio ni amargo.

Una manera muy general de representar una reacción de neutralización es escribirla en forma iónica, es decir, como una reacción en la que sólo aparecen los iones hidrógeno y los iones hidroxilo:



Recuerda que en una ecuación química los coeficientes que se escriben antes de cada fórmula indican la proporción molar en que reaccionan los reactivos y se forman los productos. Cuando se produce una reacción ácido-base de acuerdo con esas proporciones, se dice que el ácido y la base se **neutralizan**.

Las reacciones de neutralización se utilizan en múltiples aplicaciones en la industria, la medicina y la agricultura. Por ejemplo, los suelos muy ácidos producen cosechas pobres, pues disminuye la disponibilidad de los nutrientes para las plantas. Una manera de solucionar esto es agregando hidróxido de calcio o carbonato de calcio (ambas bases) al suelo para neutralizar la acidez (figura 4.16).



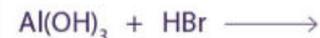
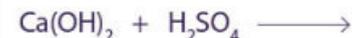
**Intérn@te**  
 Conoce más sobre ácidos y bases, y sus reacciones en estas direcciones:  
<http://www.redir.mx/SQCS-203a>  
<http://www.redir.mx/SQCS-203b>



Activa tus competencias Neutralización

Con esta actividad identificarás la formación de nuevas sustancias en reacciones ácido-base. Respóndela en tu cuaderno.

1. Completa las reacciones ácido-base.



- Balancea las ecuaciones por inspección. Indica en cada caso cuál sustancia es un ácido, cuál una base y cuál una sal.

2. Responde, con base en las reacciones anteriores.

- ¿En qué rango de valores de pH pueden encontrarse los reactivos?
- ¿Cómo puedes saber que los productos que se obtienen en las reacciones son neutros?

3. Compara tus respuestas con las de tus compañeros. Muestran sus resultados al profesor y corríjanlos si es necesario.



Figura 4.16 El proceso mediante el cual se agrega carbonato o hidróxido de calcio para disminuir la acidez, se denomina **encalado**.



En esta actividad observarán experimentalmente una reacción de neutralización de un ácido con una base e identificarán la formación de nuevas sustancias.

#### Habilidades y actitudes que aplicarán

Observar, identificar, predecir, comunicar.

#### Materiales y reactivos

- Indicador de col morada preparado en el taller anterior, disolución de dos cucharadas de jugo de limón con dos de agua, disolución de dos cucharadas de bicarbonato de sodio en un vaso de agua, dos vasos, cuchara sopera, agitador, papel pH o indicador universal.

#### Procedimiento

- Coloquen dos cucharadas de disolución de jugo de limón en uno de los vasos y en el otro, una cantidad similar de disolución de bicarbonato de sodio. Midan el pH de cada disolución.
- Agreguen diez gotas del indicador de col morada a cada vaso y miren lo que sucede. Registren sus observaciones.
- Viertan el contenido del vaso con bicarbonato en el que contiene jugo de limón para que se mezclen. Planteen una hipótesis acerca del nuevo valor de pH y constátenlo con una tira de papel pH (figura 4.17). Registren el resultado.



Figura 4.17 Cuando usen el papel pH, busquen en la escala impresa el color más parecido al que se obtuvo, para que el valor de pH sea el correcto.

#### Análisis de resultados y conclusiones

- Registren sus resultados en una tabla como la siguiente.

	Color del indicador de col morada	pH
Disolución de bicarbonato de sodio		
Disolución de jugo de limón		
Mezcla de las dos disoluciones		

- Contesten en su cuaderno y comenten sus respuestas.

- ¿Cuál es el ácido y cuál la base?
- ¿Por qué cambió el indicador de col morada cuando se mezclaron las dos disoluciones?
- ¿Qué supones que hay en el vaso después de la mezcla?
- Si agregaran a la mezcla más jugo de limón o más bicarbonato, ¿cambiaría el pH? ¿Por qué?

#### El modelo de Arrhenius

Hasta ahora has estudiado varios aspectos relacionados con los ácidos y con las bases, la reacción de neutralización entre ellos y algunas de sus aplicaciones. Ahora, conocerás algunas de sus propiedades químicas, explicadas de acuerdo con el modelo que el químico Svante Arrhenius presentó a finales del siglo XIX. Sin embargo, debes saber que en el nivel medio superior revisarás otros modelos del comportamiento de ácidos y bases, más recientes, como el que presentaron Brønsted y Lowry en 1920, y Lewis en 1923.



Fig. 4.18 Svante August Arrhenius en su laboratorio.

**Svante August Arrhenius** (1858–1927) (figura 4.18) fue un químico sueco que ayudó a establecer los fundamentos de la química moderna. Nació en la población de Wijk, cerca de Uppsala, la cuarta ciudad más grande de Suecia, situada a 78 km al norte de Estocolmo.

Arrhenius estudió en la Universidad de Uppsala y se doctoró en 1884. En su tesis presentó la **teoría de la disociación electrolítica**, en ella planteó sus conclusiones acerca de las propiedades conductoras de las disoluciones electrolíticas. Afirmó que en éstas el soluto está disociado en iones, sin necesidad de pasar corriente eléctrica a través de ellas, y que tal **disociación** provoca que dichas disoluciones conduzcan la corriente eléctrica.

Arrhenius sostuvo también que mientras más diluida estuviera una disolución, el soluto presentaría mayor grado de disociación, hipótesis que se confirmó sólo en algunos casos.

Debido a que en 1830 Michel Faraday había afirmado que los electrolitos se disociaban si se hacía pasar corriente eléctrica a través de sus disoluciones, para la comunidad científica Arrhenius estaba equivocado, y su tesis fue aprobada con la mínima calificación.

Consideremos que el electrón se descubrió hasta 1897 y que para la fecha en que Arrhenius presentó su teoría los químicos aún no entendían cómo era posible que en una disolución de NaCl se tuvieran iones sodio y iones cloruro ( $\text{Na}^+$  y  $\text{Cl}^-$ , respectivamente). Años después, la teoría de Arrhenius sería aceptada y se convirtió en una de las piedras angulares de la fisicoquímica y electroquímica modernas.

Un siglo antes de que Arrhenius concibiera su teoría de la disociación electrolítica, los químicos ya habían intentado responder a la pregunta “¿qué es un ácido?”. Arrhenius estableció que los ácidos y las bases eran **electrólitos**, ya que poseían la capacidad de permitir el paso de la corriente eléctrica con mayor o menor facilidad. Él definió los ácidos y las bases así:

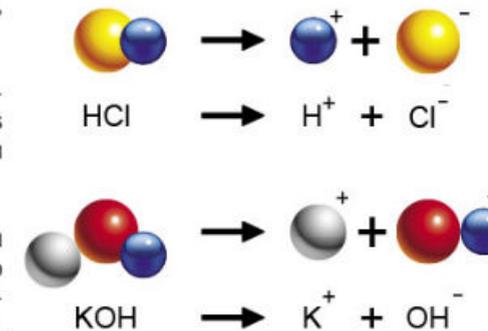


Figura 4.19 Disociación de un ácido (a) y de una base (b)

Los **ácidos** son sustancias químicas que contienen hidrógeno en su estructura y que disueltas en agua producen iones  $\text{H}^+$ , lo cual hace que la cantidad de estos iones en el agua pura aumente. Una **base** es una sustancia que disuelta en agua produce un exceso de iones  $\text{OH}^-$  (figura 4.19).

**Glosario**

**Tornasol:** materia colorante azul violácea, extraída de líquenes (como la *Rocella tinctoria*) y que sirve de reactivo para reconocer el carácter ácido o básico de una disolución.

En 1903 se concedió a Svante Arrhenius el premio Nobel de Química "en reconocimiento a los extraordinarios servicios prestados al avance de la química por medio de su teoría de la disociación electrolítica".

Muchas características de ácidos y bases fueron explicadas gracias a los experimentos de laboratorio efectuados en esa época con la ayuda del papel tornasol. En esos experimentos se reconocieron las características macroscópicas de ácidos y bases que se muestran en el cuadro 4.2.

**Cuadro 4.2 Características de ácidos y bases según la teoría de Arrhenius**

Ácidos	Bases
Sustancias que al disolverse en agua tienen un sabor agrio, si se diluyen lo suficiente como para poderse probar.	En disolución acuosa tienen sabor amargo.
Hacen que el color del papel tornasol cambie de azul a rojo.	Hacen que el papel tornasol cambie de color rojo a azul.
Reaccionan con metales activos como el magnesio, el cinc y el hierro produciendo hidrógeno en estado gaseoso (H <sub>2</sub> ).	Se sienten resbalosas al tacto.
Reaccionan con las bases formando agua y sal. La sal está compuesta por el catión de la base y el anión del ácido.	Reaccionan con los ácidos formando agua y sal. La sal está compuesta por el catión de la base y el anión del ácido.
$\text{NaOH} + \text{HCl} \longrightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$	

Según Arrhenius, las propiedades que distinguían a los ácidos de las bases eran en realidad las propiedades de los iones H<sup>+</sup> y OH<sup>-</sup>. En el cuadro 4.3 se presentan ejemplos de algunos ácidos y bases llamados ácidos y bases de Arrhenius.

**Cuadro 4.3 Ácidos y bases de Arrhenius**

Nombre	Fórmula	Ecuación de disociación
ácido clorhídrico	HCl	$\text{HCl} \longrightarrow \text{H}^+ + \text{Cl}^-$
ácido nítrico	HNO <sub>3</sub>	$\text{HNO}_3 \longrightarrow \text{H}^+ + \text{NO}_3^-$
ácido sulfúrico	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	$\text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow 2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-}$
hidróxido de sodio	NaOH	$\text{NaOH} \longrightarrow \text{Na}^+ + \text{OH}^-$
hidróxido de potasio	KOH	$\text{KOH} \longrightarrow \text{K}^+ + \text{OH}^-$
hidróxido de calcio	Ca(OH) <sub>2</sub>	$\text{Ca(OH)}_2 \longrightarrow \text{Ca}^{2+} + 2\text{OH}^-$
hidróxido de aluminio	Al(OH) <sub>3</sub>	$\text{Al(OH)}_3 \longrightarrow \text{Al}^{3+} + 3\text{OH}^-$

La teoría de Arrhenius fue objeto de muchas críticas. El concepto de ácidos y bases se limitaba a sustancias que contuvieran en su estructura, respectivamente, H<sup>+</sup> y OH<sup>-</sup>, y sólo se consideraba la posibilidad de que el disolvente fuera el agua.

Ahora se sabe que muchas reacciones ácido-base ocurren en estado sólido y en presencia de disolventes distintos del agua. Se han formulado nuevas teorías según las cuales se reconocen las propiedades ácido-base de sustancias que no tienen iones hidrógeno ni iones hidróxido en su estructura. Sin embargo, el comportamiento de los ácidos y las bases de Arrhenius se explica según todas las nuevas teorías acerca de las propiedades ácidas y básicas de las sustancias.



**Activa tus competencias**

**Ácidos y bases para limpiar**

En esta actividad explicarás varios fenómenos cotidianos fundamentándote en lo que sabes sobre ácidos y bases.

1. Reúnete con un compañero y lean con atención el siguiente texto. Si es posible hagan el experimento que se describe.

Las rocas tienen distintas composiciones. El jugo de limón o vinagre puede funcionar como un "probador de rocas". Ramiro y Ana juntaron muestras pequeñas de diversas rocas; se aseguraron de incluir un pedacito de mármol, uno de piedra caliza y un gis.

Luego pusieron unas gotas de jugo de limón sobre las rocas y el gis (figura 4.20). Lo que observaron fue que sólo en algunos casos se formaron burbujas sobre la superficie de la piedra. Después, cuando investigaron, encontraron que cuando hay burbujas, la piedra es caliza.

La piedra caliza es una roca sedimentaria que se forma bajo el agua, a partir de lodo (figura 4.21). Está compuesta principalmente por carbonato de calcio. Cuando se añade limón (que contiene ácidos cítrico y ascórbico) a la piedra caliza (que es una base) ocurre una reacción ácido-base en la que uno de los productos es dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). Esto hace que sobre la superficie de la roca se generen burbujas, ya que el dióxido de carbono es un gas. Ahora bien, el mármol es una roca que también se forma a partir de carbonato de calcio en condiciones de alta presión y temperatura, y reacciona frente al ácido como lo hace la piedra caliza.

- Contesten en el cuaderno.
  - ▶ ¿Qué aplicaciones prácticas piensan que puede tener el experimento que se describe en el texto?
  - ▶ Además del dióxido de carbono que se desprende, ¿qué otros productos se formarán en la reacción?



Figura 4.20 Puedes detectar si una muestra de roca o suelo contiene carbonato de calcio, agregando unas gotas de jugo de limón.



Figura 4.21 Terreno cubierto por piedra caliza. Observa el color blanquecino, característico de este tipo de suelo.



2. Argumenten los hechos cotidianos que se enuncian a continuación, con base en el experimento del texto anterior, y en lo que han aprendido. Hagan la tabla en su cuaderno.

Hecho	¿Cómo lo explican?
Los fabricantes de pisos y muebles de baño hechos con mármol recomiendan tener mucho cuidado con el uso de limpiadores ácidos.	
Para remover manchas oscuras o amarillentas en el mármol, se puede tallar con vinagre diluido en agua y luego enjuagar inmediatamente.	
Las manchas de herrumbre dejadas por las patas de metal de algún mueble se eliminan frotando con una mezcla de jugo de limón con sal.	
Las marcas de quemaduras de cigarro sólo se quitan si el mármol se pule nuevamente.	
Para devolver brillo y limpieza al piso de mármol, lo mejor es tallarlo con una disolución elaborada con un tanto de agua oxigenada y doce de agua para quitarle la mugre (figura 4.22).	
Los suelos calizos son poco fértiles. Los especialistas en suelo hacen pruebas, agregando a las muestras de suelo gotas de ácido clorhídrico diluido en agua.	
Las manchas más persistentes en el mármol verdadero se retiran frotándolo con una solución de agua, lejía y unas gotas de amoníaco.	



Figura 4.22 El 90% del contenido del mármol es carbonato de calcio; el resto son otros componentes que, dependiendo de su naturaleza, le confieren diferentes colores.



RECONOCE LO QUE AHORA SABES

- Regresa a la sección "Reconoce lo que sabes" de la página 194 y completa, modifica o corrige tus respuestas con base en lo que aprendiste.
- Recorre tu casa y encuentra ácidos y bases de uso común. Haz una tabla en tu cuaderno, en la que los clasifiques en las dos categorías.
- Imagina que eres químico en un laboratorio en el que tienen problemas porque a causa de la humedad algunos productos perdieron sus etiquetas. Lo único que sabes es que entre esos productos hay ácidos y bases, algunos concentrados y otros diluidos, entre ellos, ácido clorhídrico, ácido acético, ácido sulfúrico, hidróxido de amonio e hidróxido de sodio. Diseña un procedimiento para identificar cada uno de los reactivos y determinar cuáles son concentrados y cuáles están diluidos.
- Investiga las especies ácidas o básicas utilizadas para la obtención de jabón en Egipto y en las fábricas de Pompeya.
- Explica las características ácido-base de los compuestos utilizados para fabricar jabón y obtener nixtamal, de acuerdo con los planteamientos de la teoría de Arrhenius.
- Los ácidos y las bases que mencionaste en la sección "Reconoce lo que sabes", ¿son ácidos y bases de Arrhenius? Justifica tu respuesta.
- Explica con base en qué propiedades organolépticas de ácidos y bases Arrhenius elaboró su teoría.

## ¿Por qué evitar el consumo frecuente de los "alimentos ácidos"?

### Toma de decisiones relacionadas con: Importancia de una dieta correcta

Lección **2**



Figura 4.23 Este tipo de comida sólo aporta carbohidratos, grasa y sal al organismo.

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 por el consumo frecuente de alimentos ácidos, con el fin de tomar decisiones para una dieta correcta que incluya el consumo de agua simple potable.



RECONOCE LO QUE SABES

A Omar le encanta comer golosinas y frituras picantes y agridulces (figura 4.23); a menudo padece problemas gastrointestinales y falta a la escuela, por lo que pierde la oportunidad de preparar sus exámenes y tomar las clases de manera regular.

Sus amigos preocupados le comentan que debe reducir el consumo de esos alimentos para que mejore su salud y pueda asistir regularmente a la escuela. Todos ellos cursan el último año de secundaria y desean asistir a la misma escuela en el nivel medio superior.

Contesta en tu cuaderno.

- ¿Con qué argumentos sus amigos podrían convencerlo de cambiar su alimentación?
- ¿Cómo puede Omar cambiar sus hábitos alimentarios?
- ¿Sabes cómo se originan las siguientes enfermedades: acidez estomacal, gastritis, reflujo gastroesofágico?
- ¿Qué compuesto químico es el causante directo de la acidez estomacal?
- ¿Qué alimentos provocan acidez estomacal?
- ¿Cómo supones que se contrarresta la acidez estomacal?

Al terminar, compara y comenta tus respuestas con tus compañeros de equipo, y muéstralas a tu profesor.



NUEVOS ELEMENTOS

La manera como nos alimentamos repercute directamente en nuestra salud; por algo se dice que "somos lo que comemos". Ya has aprendido que el valor nutricional de los alimentos depende del tipo de moléculas que los constituyen: carbohidratos, lípidos y proteínas.

Ahora conocerás la importancia de otras características de los alimentos, relacionadas con lo que estudiaste en la lección anterior: la acidez y la alcalinidad, que influyen en la digestión y en algunos aspectos bioquímicos del metabolismo. Ten en cuenta esto y aprende a elegir lo que comes para que tu salud física y mental se conserve.



Intérn@te

En estos sitios hallarás información acerca de la alimentación saludable:

La alimentación, un proceso biopsicosocial:  
<http://www.redir.mx/SQCS-209a>, pp. 1 y 12

¿Sabes cómo llevar una buena alimentación? Consulta esta guía de la Secretaría de Salud:  
<http://www.redir.mx/SQCS-209b>



**Intérn@te**

Consulta las siguientes páginas de Internet:

Comida rápida – basura rápida: <http://www.redir.mx/SQCS-210a>.

Una reflexión sobre si la comida rápida es una opción saludable: <http://www.redir.mx/SQCS-210b>, pp. 23-27.

Consumo responsable para una correcta alimentación: <http://www.redir.mx/SQCS-210c>.



**Activa tus competencias** Requerimientos para una buena nutrición

En esta actividad recordarás algunos aspectos importantes de la nutrición, que te servirán para estudiar este tema.

1. Responde las preguntas y discútelas con tus compañeros. Si es necesario, consulta tu libro de Ciencias I.
  - ¿Qué ocurre con los alimentos durante la digestión?
  - ¿Qué procesos químicos se llevan a cabo en el estómago?
  - Escribe una ecuación química que represente, de forma muy general, la reacción por la cual los nutrimentos se transforman en la energía requerida por el cuerpo humano.
  - ¿Cuáles son los grupos de alimentos que proporcionan al ser humano los materiales necesarios para crecer y la energía que requiere para desempeñar sus funciones vitales?
  - ¿Qué nutrimentos proporcionan carbohidratos, lípidos y proteínas, y de cuáles se obtienen vitaminas, minerales y agua?
2. Recopilen la información de todo el grupo y consigan una carpeta para guardarla. En esta carpeta guarden también los trabajos que elaboren a lo largo de esta lección, para que al concluirlo monten un periódico mural.



**La comida que aporta poco**

1. Lean el texto y al terminar coméntenlo con el profesor. Si desconocen el significado de alguna palabra consulten el diccionario.



**Figura 4.24** Hamburguesa, papas y refresco de cola, una mezcla quizá muy sabrosa, pero fatal para la salud.

Muchos de los productos que se encuentran en los puestos de comida rápida, en la calle y en los supermercados, como hamburguesas, papas fritas, chocolates, golosinas, pizzas, empanadas, nachos, refrescos, etcétera, son alimentos con una alta densidad calórica, pero pobres en proteínas y vitaminas. Muy pocas veces estos alimentos se venden en condiciones higiénicas y sanitarias aceptables.

Esta comida, a la que comúnmente se le conoce como *comida chatarra*, tiene buen sabor, es barata y se puede comer rápidamente en cualquier lado y de ple; por estas razones resulta tan atractiva, en especial para niños y jóvenes, (figura 4.24). ¿Y qué decir de los refrescos embotellados? ¿Qué niño no prefiere uno de éstos a un vaso de leche o un vaso de agua de limón? ¡Y lo mismo hacen muchos adultos!

Sin embargo, en realidad esta comida contiene carbohidratos, grasas y sal en exceso, y si se consume con frecuencia, las consecuencias inmediatas son indigestión y acidez estomacal. También provocan irremediablemente sobrepeso y obesidad, y complicaciones como hipertensión, diabetes y enfermedades cardiovasculares.



Es importante que los adultos, sobre todo los que tienen hijos y contacto continuo con jóvenes y niños, tengan conciencia de todas las consecuencias a las que lleva el consumo habitual de este tipo de comida. También se debe tener en cuenta que en muchos centros escolares se dispone de máquinas expendedoras de refrescos en lata, chocolates y papas fritas. Los niños y jóvenes que comen este tipo de alimentos suelen convertirse en los adultos obesos del futuro.

Para evitar el desequilibrio de nutrientes requeridos para el buen funcionamiento del organismo, lo aconsejable es disminuir el consumo de refrescos y "comida chatarra", y en su lugar elegir alimentos naturales como lácteos, vegetales y frutas, además de beber de seis a ocho vasos de agua, porque eso favorece la eliminación de toxinas del organismo y contribuye a su buen funcionamiento (figura 4.25).



**Figura 4.25** El agua simple ayuda a la digestión, a transportar los nutrientes hacia las células del cuerpo y a conducir los desechos hacia el exterior del mismo.

2. Responde las siguientes preguntas.
  - ¿Qué tipo de alimentos consume tu familia los fines de semana? ¿Es comida que se cocina en casa o se compra preparada? Describe qué comen el sábado y domingo.
  - De los alimentos que consumen, ¿cuáles consideras que son sanos y cuáles comida chatarra?
  - En Ciencias I estudiaste la importancia de llevar una dieta adecuada, ¿crees que lo que comen y beben en tu casa cumple los requisitos de una dieta adecuada para mantenerse saludables?
  - ¿Consideras que los miembros de tu familia tienen buenos hábitos alimentarios? ¿Gozan de buena salud? Si alguien se enferma, ¿piensas que esto guarda relación con lo que acostumbra comer?
  - Comenta tus respuestas en alguna comida en la que se encuentren los miembros de tu familia. Reflexionen juntos y hagan un plan para mejorar sus hábitos alimentarios.

En el estómago se produce ácido clorhídrico, necesario para la digestión de los alimentos. El pH interno de este órgano oscila alrededor de 3 y 3.5 en personas sanas, con una alimentación adecuada. Sin embargo, cuando la comida es muy ácida, irritante o grasosa, el pH disminuye, incluso hasta llegar por debajo de 2, lo que entonces ocasiona acidez estomacal.

La acidez estomacal, la gastritis y el reflujo gastroesofágico son padecimientos comunes en la actualidad, sobre todo en personas que viven bajo el ajetreo de las grandes ciudades. La principal causa son los malos hábitos alimentarios, entre los que se incluyen la falta de horarios fijos para comer, el consumo de comida irritante y grasosa, en vez de comida saludable y balanceada hecha en casa, el abuso en el empleo de medicamentos sin prescripción médica y las infecciones ocasionadas por consumir comida en puestos de la calle que no cumplen las normas mínimas de salud.

La acidez estomacal es un problema de salud grave; si no se controla predispone al organismo a otros males, como cáncer de estómago (figura 4.26) y esófago, afecciones cardíacas, osteoporosis, artritis y enfermedades degenerativas.



**Figura 4.26** *Helicobacter pylori* es una bacteria que puede sobrevivir a la acidez estomacal; causa gastritis crónica y úlcera péptica, además de que se ha asociado con el cáncer de estómago.



Para saber más

Además de seguir las recomendaciones del médico respecto a la alimentación y los cuidados necesarios en caso de acidez estomacal, estos productos pueden ser útiles: zanahoria cruda o en jugo, pulpa de calabaza en decocción e infusiones de albahaca, laurel, manzanilla, salvia, boldo y tila.

Intérn@te

Lee la información de estas páginas; te será útil para mantenerte sano.

Manual para la preparación e higiene de alimentos y bebidas en los establecimientos de consumo escolar de los planteles de educación básica.

<http://www.redir.mx/SQCS-214a>

Consumo de bebidas para una vida saludable. Recomendaciones para la población mexicana:

<http://www.redir.mx/SQCS-214b>



- » carbonato de calcio
- » bicarbonato de sodio
- » hidrotalcita
- Averigüen entre sus familiares cuáles son los remedios contra la acidez usados tradicionalmente.
- Busquen cuál es la clasificación actual de los antiácidos y cómo actúan en el organismo; Incluyan otros principios activos, como el subsalicilato de bismuto y el omeprazol.
- Elaboren un informe, folleto informativo o una presentación para comunicar al resto de los equipos los resultados de su investigación.

Por último, lee estas recomendaciones para prevenir la acidez estomacal:

Lo recomendable	Lo que se debe evitar
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beber 1.5 l de agua simple potable al día</li> <li>• Comer dos o tres horas antes de acostarse</li> <li>• Bajar de peso, en caso de sobrepeso</li> <li>• Comer cantidades moderadas de comida</li> <li>• Comer alimentos ricos en proteínas y bajos en grasa</li> <li>• Usar ropa holgada y cinturones no apretados</li> <li>• Comer sin prisa, masticando bien cada bocado</li> <li>• Vivir sin estrés</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fumar</li> <li>• Beber café y té negro en exceso</li> <li>• Tomar bebidas carbonatadas (refrescos)</li> <li>• Ingerir bebidas alcohólicas</li> <li>• Comer chocolate y pastillas de menta en exceso</li> <li>• Mascar chicle</li> <li>• Comer alimentos grasosos, muy ácidos, o comidas picantes y condimentadas</li> <li>• Tomar continuamente medicamentos como aspirina o ibuprofeno</li> <li>• Acostarse inmediatamente después de comer</li> </ul>



RECONOCE LO QUE AHORA SABES

1. Regresa a la sección "Reconoce lo que sabes" en la página 209 y completa, modifica o corrige tus respuestas si es necesario.
2. Elabora una tabla con dos columnas. En la primera, escribe los alimentos que debes evitar o consumir poco; en la segunda, anota opciones para sustituirlos, por ejemplo, tiras de jícama en lugar de papas fritas, o pechuga asada en lugar de carne de hamburguesa.
3. Diseña una historieta cuyo tema central sea la importancia de una alimentación balanceada y su relación con la acidez y la basicidad de las sustancias.
4. Entre todo el grupo elaboren un periódico mural con la información y actividades que llevaron a cabo a lo largo de esta lección para hacer recomendaciones de refrigerios saludables (figura 4.30).



Figura 4.30 Elegir un buen refrigerio te ayuda a sentirte bien, con energía suficiente para hacer tus actividades.

## Importancia de las reacciones de oxidación y de reducción I

### Características y representaciones de las reacciones redox

Lección 3

APRENDIZAJES ESPERADOS

- Identifica el cambio químico en algunos ejemplos de reacciones de óxido-reducción en actividades experimentales y en su entorno.



RECONOCE LO QUE SABES

Francisco siempre va a la escuela en su bicicleta, sin embargo, últimamente ha observado que rechina. Se detiene para observar con detenimiento la cadena y se da cuenta de que está oxidada ¿Cómo pudo evitar que esto sucediera?

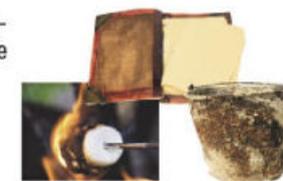


Figura 4.31 La coloración del papel, la quema de un malvasisco y la oxidación de la lámina son ejemplos de reacciones redox que se observan en lo cotidiano.

1. Responde en tu cuaderno las siguientes preguntas.
  - ¿Cómo sabes que un metal se ha oxidado?
  - ¿Consideras que el material del que está hecho un clavo es el mismo antes y después de que se oxidó? ¿Por qué?
  - Cuando alguien ve que un plátano o un aguacate se puso negro y dice "ya se oxidó", ¿a qué crees que se refiere?
  - En la publicidad de algunos complementos vitamínicos y minerales se suele decir "contiene antioxidantes", ¿para qué servirán?
  - Los herreros recubren las estructuras de hierro con pinturas anticorrosivas, ¿qué son éstas y para qué se usan?
  - ¿Qué reacciones de óxido-reducción se producen en la atmósfera?

2. Comenta tus respuestas con tus compañeros y el profesor.



NUEVOS ELEMENTOS

A diario presenciamos diversas reacciones químicas en las que los átomos intercambian electrones constantemente, lo que modifica o afecta las características de los materiales; a esas reacciones se les conoce como **reacciones de reducción-oxidación (redox)**. Un proceso tan común como quemar una tortilla es en realidad una reacción química en la que se intercambian electrones para producir diferentes especies químicas. Las manifestaciones de estas reacciones las vemos, por ejemplo, cuando un clavo se oxida, cuando se enciende una vela, cuando se remoja la ropa en blanqueador, cuando una persona se tiñe el cabello, etcétera (figura 4.31).

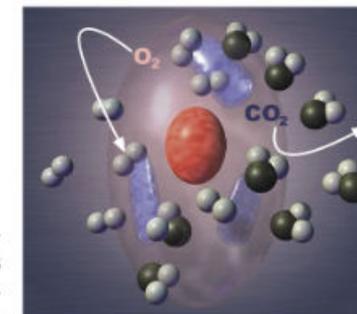


Figura 4.32 La respiración celular se lleva a cabo en las mitocondrias de la célula.

Dentro de los seres vivos también se efectúan este tipo de reacciones. La respiración celular (figura 4.32) y la fotosíntesis son un conjunto de reacciones redox que hacen posible la vida.

En muchas industrias (siderúrgica, farmacéutica, de alimentos, petroquímica, textil, electrónica, agrícola, de materiales de construcción, etcétera), los procesos de óxido-reducción son aprovechados para elaborar productos innovadores o de consumo habitual.



En este taller identificarán a la oxidación como un cambio químico que ocurre cotidianamente; por ejemplo, en alimentos y metales.

#### Habilidades y actitudes que aplicarás

Manejar materiales, observar, identificar, concluir. Mostrarás interés, curiosidad y participación en equipo.

#### Materiales y reactivos

- Pinzas, mechero Bunsen o de alcohol, plata, dos hisopos de algodón, un malvavisco, una manzana, dos limones, cuchillo, hoja de papel, 18 tornillos nuevos, vaso, vela, seis frascos pequeños, 200 ml de vinagre, 200 ml de agua

#### Procedimiento

##### I. Malvavisco asado

1. Tomen un malvavisco con unas pinzas y con mucho cuidado acérquenlo a la flama del mechero encendido.
2. Muévanlo continuamente hasta que se tueste y se oscurezca su superficie. No lo quemem demasiado, podría ser peligroso (figura 4.33). Registren todo lo que ocurre.
  - ¿Qué cambios observaron? ¿Los habían visto antes?
  - ¿Qué es la capa oscura que se forma en la superficie del malvavisco? ¿De dónde proviene?
  - ¿Alguna vez han comido malvaviscos oxidados? Si es así, descríbanlos.



Figura 4.33 Sostengan el malvavisco a unos 5 cm de la flama y voltéenlo constantemente.



Figura 4.34 Muchas personas cubren las manzanas partidas con una capa de jugo de limón.

##### II. Capa antioxidante

1. Corten una manzana en cuatro partes y colóquenlas sobre un plato.
2. Expriman jugo de limón sobre dos de ellas (figura 4.34).
3. Dejen el plato encima de una mesa por tres horas. Observen qué sucede.
  - ¿Cuál es la apariencia de las piezas de manzana después de las tres horas?
  - ¿Observan alguna diferencia? ¿Qué la ocasionó?
  - ¿Qué elemento del aire es el que hace que la superficie se oscurezca?
  - ¿Qué procedimiento emplean en su casa para proteger los alimentos de la oxidación?

##### III. Tinta invisible

1. Expriman el jugo de un limón en un recipiente. Añadan unas gotas de agua y mezclen bien los componentes.
2. Remojen un hisopo de algodón en esta disolución y utilícenlo para escribir un mensaje en una hoja de papel común y corriente.

3. Dejen que el mensaje se seque; después, calienten el papel sosteniéndolo con cuidado cerca de un foco encendido o de la flama de un mechero (figura 4.35).
  - ¿Al dejar secar el papel, qué pasó con el mensaje que escribiste?
  - ¿Qué pasó con el mensaje cuando calentaste el papel?
  - ¿Por qué el calor provocó ese efecto en el papel?
  - ¿Qué aplicación puedes darle a este experimento?

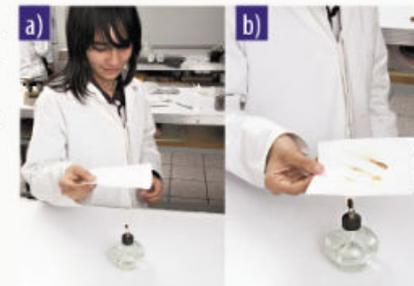


Figura 4.35 Procuren no acercarse demasiado el papel a la flama, para que no se quemé (a). Cuando aparezca lo que escribieron, retiren el papel y apaguen el mechero (b).

#### IV. Tornillos oxidados

1. Coloquen tres tornillos en un frasco y déjenlo abierto en un sitio donde no se caiga. Registren las características del lugar en que lo colocaron.
2. En otro frasco coloquen 10 ml de agua y tres tornillos. Pongan en un tercer frasco tres tornillos con 5 ml de vinagre.
3. Fundan la cera de la vela y sumerjan en ella los nueve tornillos que quedan; retírenlos y dejen que la cera que los cubre se enfríe. Ahora pongan tres en cada uno de los frascos restantes, y viertan agua en uno, vinagre en otro, y el último déjenlo al aire libre.
4. Dejen reposar los tornillos dentro de cada frasco durante 15 días y observen diariamente su estado físico (figura 4.36). Registren sus observaciones diarias en su cuaderno.
  - ¿A qué se deben las diferencias en los tornillos colocados en cada grupo?
  - Retiren la cera de los tornillos y observen su estado, ¿a qué se debe la diferencia entre los que fueron cubiertos con cera y los que no?
  - ¿Cómo explican el efecto del vinagre y el agua en el estado físico de los tornillos?



Figura 4.36 Mantengan los frascos con los tornillos en un lugar seguro.

#### Análisis de resultados y conclusiones

1. Comenten las respuestas que escribieron para las preguntas de los cuatro experimentos.
2. En el cuaderno hagan un cuadro comparativo en el que plasmen cómo eran las características físicas de las sustancias que usaron en cada experimento antes y después de la reacción.
3. Elaboren un reporte en el que cada uno escriba su conclusión, y entre todos lleguen a un argumento final acerca de la importancia de los procesos redox en lo cotidiano.

La combustión, la corrosión de los metales y, en general, la oxidación de cualquier tipo de material, son fenómenos naturales que se clasifican dentro de un tipo particular de reacciones químicas, las reacciones de óxido-reducción, que fueron las primeras que se investigaron. De hecho, se creía que durante la corrosión y la combustión los productos que se formaban (óxido y gases, respectivamente) eran un desecho del mismo material.



Figura 4.37 La sustancia rojiza que se forma en las latas es el resultado de una reacción de oxidación.

En la actualidad sabemos que los procesos redox no son causados solamente por la reacción de los materiales con el oxígeno, sino, además, que se trata de una reacción en la que un elemento pierde uno o más electrones de su capa electrónica de valencia, lo que se hace evidente mediante un cambio en la apariencia del material (figura 4.37).

Por ejemplo, en el hierro metálico, los átomos tienen el mismo número de electrones que de protones. Sin embargo, cuando el hierro está expuesto al oxígeno de la atmósfera, el metal pierde uno o más electrones y el oxígeno los gana para formar especies de hierro y oxígeno denominados **óxidos**, productos sólidos y frágiles que se acumulan poco a poco y, por ello, el metal oxidado tiende a desmoronarse. Esto se observa en las estructuras metálicas de puertas, autos, puentes y otras construcciones (figura 4.38).

Por ello, cuando observas un clavo oxidado o corroído, en realidad lo que estás viendo una mezcla de óxidos de hierro ( $\text{FeO}$  y  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , aunque el  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  es el más estable y, por tanto, predomina sobre los demás).

Un ejemplo de oxidación en la que no intervienen los metales es la formación de manchas en la parte interna de una fruta expuesta al aire. En condiciones normales, la cáscara de la fruta la protege del oxígeno de la atmósfera; sin embargo, cuando pelás o cortas una fruta, ésta pierde su protección y se oxida.

Muchos de los alimentos que consumes proceden de seres vivos como plantas y animales, que contienen materiales constituidos a base de carbono, el cual puede observarse cuando se quema, por ejemplo leña, o como sucedió con los malvaviscos del taller anterior.

En el caso del jugo de limón y de otras frutas, éstos contienen compuestos con carbono casi incoloros cuando se disuelven en agua; pero al calentarlos se degradan y producen carbón, que es negro.

Por otra parte, algunas teorías relacionan los procesos de oxidación con el **envejecimiento** y se ha demostrado que la oxidación de las células y otros componentes del organismo se relaciona con la aparición de enfermedades como el cáncer.

Conocer y controlar los procesos de oxidación es muy útil; de hecho, hoy sabemos que los electrones que se pierden durante la oxidación de un elemento son transferidos por conductores hacia otro elemento, el cual se reduce, formándose un circuito que genera energía aprovechable, principio utilizado en el funcionamiento de las pilas. Una **pila** es un dispositivo que transforma energía química en energía eléctrica mediante un proceso de óxido-reducción. Las pilas se clasifican en primarias, que son las que se desgastan y hay que desecharlas (figura 4.39), y las secundarias, que son las pilas recargables.



Figura 4.39 Las pilas alcalinas tienen electrodos de cinc y de dióxido de manganeso; son de tipo primario.



Figura 4.38 En la arquitectura se debe tener en cuenta la corrosión para emplear materiales adecuados y prevenir el desgaste de las construcciones.

En el bloque 2 estudiaste que una de las características de los metales es que reaccionan con el oxígeno y forman óxidos. Por otra parte, en el primer tema de este bloque estudiaste que una de las características de los ácidos de Arrhenius es que reaccionan con algunos metales y desprenden hidrógeno.

Las reacciones de óxido-reducción, como cualquier otra reacción, se representan por medio del lenguaje químico. Sin embargo, tienen ciertos componentes que deberás estudiar y analizar con detalle. Para ello, en la siguiente actividad empezarás a identificar las características principales de este tipo de reacciones.



Taller de habilidades científicas

## Reacciones de oxidación de los metales

En esta actividad identificarán las principales características de las reacciones de oxidación de los metales.

### Habilidades y actitudes que aplicarás

Manejar materiales y sustancias, observar, identificar, concluir. Mostrarás interés, curiosidad y participación.

### Materiales y reactivos

- Dos tubos de ensayo, pipeta de 10 ml, pinzas para tubo de ensayo, espátula, disolución de  $\text{HCl}$  al 1%, un trocito de granalla de cinc o magnesio, 4 cm de cinta de magnesio, mechero, gafas de seguridad.

### Procedimiento

#### I. Reacción de los metales con oxígeno

1. Pónganse las gafas de seguridad para proteger sus ojos durante los experimentos.
2. Tomen con unas pinzas un trozo de unos 3 cm de cinta de magnesio y acérquenlo al mechero encendido para que comience la reacción. Deben hacerlo con cuidado y en la campana de extracción (si su laboratorio cuenta con ella), o en un sitio ventilado, pues esta reacción es exotérmica (figura 4.40).

3. Observen lo que ocurre. El residuo de la reacción será un polvo blancuzco que es el óxido de magnesio. Es insoluble en agua y no es peligroso en las cantidades con las que se ha trabajado en esta actividad. Entreguen el residuo sólido al profesor, quien lo guardará en un frasco debidamente etiquetado y cerrado para utilizarlo en experimentos en los que se requiera óxido de magnesio.

#### II. Reacción del magnesio y el cinc con ácido clorhídrico

1. En dos tubos de ensayo viertan 3 ml de disolución de  $\text{HCl}$  al 1% que su profesor preparará previamente.
2. En el primer tubo añadan una granalla de cinc (figura 4.41) y fíjense detenidamente en lo que pasa.



Figura 4.40 Cuando efectúen la reacción del magnesio protejan sus ojos con lentes de seguridad y mantengan la cinta encendida alejada de ustedes.



Figura 4.41 Reacción del cinc y el ácido clorhídrico.

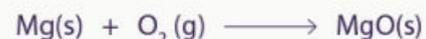


Figura 4.42 Reacción del magnesio y el ácido clorhídrico.

3. Agreguen al segundo tubo un trocito de cinta de magnesio (5 mm) (figura 4.42). Observen con atención qué ocurre.

**Análisis de resultados y conclusiones**

1. Resuelvan las siguientes actividades en su cuaderno.



- Anoten los nombres de las sustancias usadas y balanceen la ecuación.

En el caso del segundo experimenta, las reacciones que se producen para cada metal son las siguientes:



- Escriban los nombres de los reactivos y los productos. Balanceen las ecuaciones.

2. Analicen las reacciones que se produjeron en esta sección e indiquen qué cambios observaron en los compuestos químicos que hicieron reaccionar.

3. Respondan las siguientes preguntas de manera individual; coméntenlas con un compañero y después entre todo el grupo.

- ¿Qué sucede mientras se producen las reacciones?
- ¿Los reactivos y productos presentan las mismas características físicas?
- ¿Puedes afirmar que los reactivos son compuestos diferentes de los productos? ¿Por qué?

**Experiencias alrededor de las reacciones de óxido-reducción**

Con las actividades experimentales que llevaste a cabo te adentraste en el estudio de los cambios químicos en los que ocurren reacciones de oxidación-reducción y en cómo se producen. También identificaste algunas de sus principales características.

En una reacción redox, un elemento o compuesto cede electrones a otro. Se dice que el que **cede electrones se oxida**, mientras que el que los **acepta se reduce**. Por esta razón a estas reacciones también se les conoce como de **óxido-reducción** o en forma abreviada, reacciones redox.

En una reacción redox, la sustancia que se oxidó es a su vez un **agente reductor**, y la que se redujo, un **agente oxidante**.

Como ya sabes, los electrones son muy pequeños y no pueden observarse, aunque es posible ver sus efectos. ¿Recuerdas que hablamos de que el cobre es buen conductor de la electricidad?

**Intérn@te**

En las siguientes páginas de Internet encontrarás algunos videos relacionados con la reacción de oxidación entre metales alcalinos y agua.

<http://www.redir.mx/SQCS-220a>.

<http://www.redir.mx/SQCS-220b>.

Con alambres de cobre se transporta un flujo de electrones que, al llegar a nuestros hogares, hace funcionar las bombillas eléctricas para que tengamos luz. Este intercambio de electrones ocasiona también que los juguetes vuelvan a funcionar al colocarles pilas nuevas.

En la actividad de la página 219 observaste la reacción entre el cinc y el ácido clorhídrico, la cual es de óxido-reducción. En la figura 4.43 te mostramos un modelo que representa el movimiento de electrones que ocurrió en esa reacción:

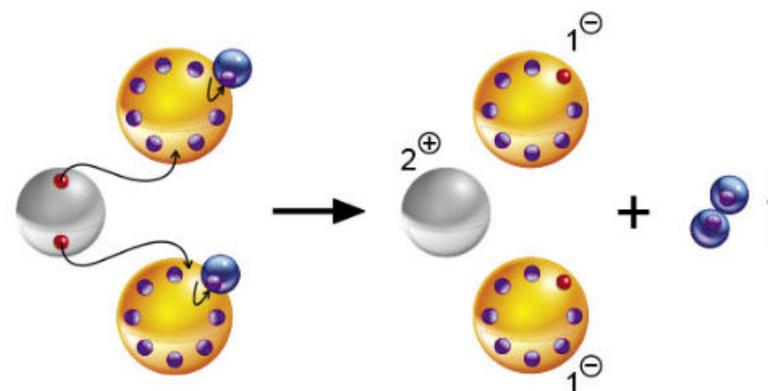


Figura 4.43 Intercambio de electrones entre el cinc y el ácido clorhídrico.

**RECONOCE LO QUE AHORA SABES**

Hasta el momento has estudiado que cuando ocurre una reacción química los átomos de los elementos se combinan entre sí y forman compuestos distintos de los originales, y que la manera de combinarse dependerá de su número de electrones de valencia.

Las reacciones de óxido-reducción se caracterizan básicamente por lo siguiente:

- Existe un **intercambio de electrones** entre los reactivos.
- La ganancia y pérdida de electrones se produce de manera simultánea: los electrones que gana el oxidante son los mismos que pierde el reductor y los electrones que pierde el reductor los gana el oxidante.

**Haz lo que se pide.**

1. **Elabora una lista con las reacciones redox que conozcas.**
2. **Escribe un texto breve en el que enfatices la importancia económica y biológica de las reacciones de óxido-reducción.**
3. **Contesta otra vez las preguntas de la sección "Reconoce lo que sabes" y contrasta tus nuevas respuestas con las anteriores.**

**Para saber más**

La oxidación del magnesio fue muy utilizada en los albores de la fotografía (figura 4.44). En ese tiempo se usaba el polvo de magnesio como fuente de iluminación (para el flash). Más tarde se usarían tiras de magnesio en bulbos de flash eléctricos. El polvo de magnesio todavía se emplea en la fabricación de fuegos artificiales y en bengalas marítimas.



Figura 4.44 Durante el siglo pasado una reacción de óxido-reducción era empleada para iluminar las sesiones fotográficas.

# Importancia de las reacciones de oxidación y de reducción II

Lección

4

## Número de oxidación

### APRENDIZAJES ESPERADOS

- 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.



### RECONOCE LO QUE SABES

Hasta ahora has estudiado que los átomos poseen electrones de valencia y que éstos determinan con cuántos otros átomos se unen para formar compuestos. Además, por la pérdida o ganancia de electrones de valencia se forman iones, es decir, átomos de un elemento con carga eléctrica. El tipo de reacciones en las que se presenta transferencia de electrones de valencia de un átomo a otro se denominan de **óxido-reducción**.

Recuerda que un **oxidante** es una especie química que **gana** electrones y, por tanto, se **reduce**. Por su parte, un **reductor** es una especie química que **pierde** electrones y, por tanto, se **oxida**. Recuerda también que una especie química puede ser un elemento, un ion (anión o catión) o un compuesto químico.

### Contesta en tu cuaderno.

- ¿La combustión es una reacción similar a la corrosión de los metales? (figura 4.45) Explica tu respuesta.
- ¿Qué otras reacciones de óxido-reducción conoces?
- ¿Para que haya oxidación tiene que estar involucrado el oxígeno? ¿Por qué?



### NUEVOS ELEMENTOS

Ya mencionamos que en las reacciones redox los átomos involucrados ganan o pierden electrones. Para determinar cuántos electrones ganan y pierden es necesario contar con un parámetro de referencia. Tal parámetro es el **número de oxidación**, el cual indica la carga que se asigna a cada átomo en un compuesto. Este número se ha establecido por **convención**, o sea, por un acuerdo entre los químicos.

El número de oxidación tiene las características que se enuncian enseguida:

#### 1. Siempre es un número entero.

- El **número de oxidación** que se asigna a un átomo en un compuesto depende de cómo se distribuyen los electrones de valencia. Para ello hay algunas reglas, que veremos más adelante, en la [página 224](#).

#### 2. El número de oxidación **aumenta** o **disminuye** dependiendo de si el elemento se oxida o se reduce.



Figura 4.45 En las reacciones de combustión, el combustible (en este caso la parafina de la vela) se oxida, mientras que el oxígeno (comburente) se reduce.

- Existen elementos que son oxidantes o reductores. El elemento es oxidante cuando presenta un número de oxidación mayor, y es reductor, cuando presenta un número de oxidación menor.

La figura 4.46 resume las características del número de oxidación. La recta numérica es una herramienta que te ayudará a comprender cómo sucede el intercambio de electrones.



Figura 4.46 Recta numérica para determinar si un átomo se redujo o se oxidó.

Para analizar cómo se producen las reacciones de óxido-reducción utilizaremos la siguiente reacción:



Al estudiar el proceso de transferencia de electrones se utilizan las **semirreacciones**. Se denomina **semirreacción de reducción** al proceso en que la especie **oxidante gana electrones**, su número de oxidación **disminuye** y se **reduce**. La **semirreacción de oxidación** es el proceso en el cual el **reductor pierde electrones**, su número de oxidación **aumenta** y se **oxida**. La suma de las dos semirreacciones corresponde a la **reacción de óxido-reducción** (figura 4.47).

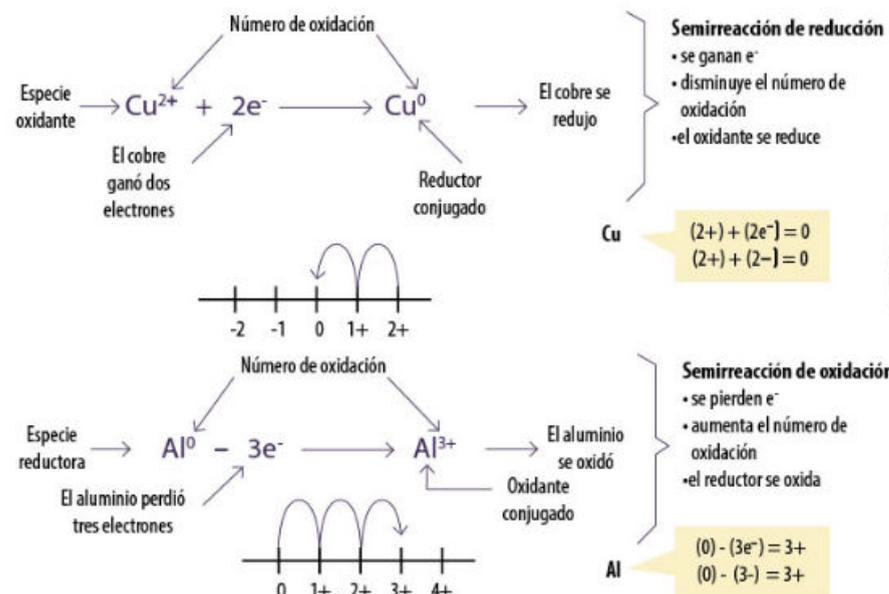


Figura 4.47 Uso de la recta numérica para la determinación del cambio en los números de oxidación del cobre y del aluminio.

No se acostumbra poner el número de oxidación cuando es 0, por lo que en lo sucesivo no aparecerá.

Ahora, como el número de electrones que gana el cobre debe ser el mismo número de electrones que pierde el aluminio, tenemos que igualarlos y multiplicando por 3 la semirreacción de reducción y por 2 la semirreacción de oxidación:



La suma de las dos semirreacciones corresponde a la ecuación redox balanceada, que es la misma que te presentamos al inicio:



El número de oxidación es una convención para determinar cómo cambia la carga de un átomo de cierto elemento en un compuesto, lo que sirve para compararlo con el mismo elemento en estado neutro, antes y después de una reacción química. Las reglas que mencionamos en la página 222 para asignar números de oxidación se presentan en el cuadro 4.4.

Cuadro 4.4 Reglas para asignar números de oxidación

A los elementos en su estado elemental se les asigna un número de oxidación 0 (cero). Ejemplo:  $\text{Au}^0$ ,  $\text{Cl}_2^0$ ,  $\text{O}_3^0$ .

El número de oxidación del oxígeno en la mayoría de sus compuestos es 2-, con excepción de los peróxidos, como por ejemplo,  $\text{H}_2\text{O}_2$ , en los que actúa con número de oxidación 1-.

El hidrógeno en la mayoría de sus compuestos actúa con número de oxidación 1+, excepto en los hidruros, como por ejemplo,  $\text{NaH}$ , en los que su número de oxidación es 1-.

En los iones monoatómicos el número de oxidación coincide con la carga del ión, por ejemplo,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{O}^{2-}$ .

La suma de los números de oxidación es igual a la carga de la especie, es decir, si se trata de un compuesto, la suma será 0, mientras que si se trata de iones, será igual a la carga de éstos.

A continuación te presentamos un ejemplo para asignar números de oxidación en un compuesto que hemos mencionado varias ocasiones: el óxido de hierro (III) ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ):



En este taller llevarán a cabo algunas reacciones para identificar más características de los cambios químicos de óxido-reducción.

#### Habilidades y actitudes que aplicarás

Manejar reactivos y materiales, observar, identificar, concluir. Mostrarás interés y curiosidad.

#### Materiales y reactivos

- Disolución de yodo al 2% (como la que venden en las farmacias para desinfectar heridas), disolución de almidón al 1%, agua oxigenada ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) al 30%, detergente líquido para trastos, disolución saturada de yoduro de potasio (KI), colorante vegetal, cristales de tiosulfato de sodio ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ), disolución de cloruro de cobre (II) ( $\text{CuCl}_2$ ) al 1%, disolución de nitrato de plata ( $\text{AgNO}_3$ ) al 1%, alambre de cobre, papel aluminio, recipiente pequeño de boca ancha (como una tina chica), probeta de 100 ml, tubo de ensayo.



Figura 4.48 Comparen el color inicial de la disolución de yodo (a) con el que adquiere al mezclarse con la disolución de almidón (b).

**Nota:** El agua oxigenada al 30% es sumamente oxidante y sólo debe ser manipulada por el profesor.

#### Procedimiento

Antes de empezar, recuerden tomar las siguientes precauciones. Cubran con un plástico la mesa en que trabajarán. Manipulen los reactivos con mucho cuidado porque algunas de estas sustancias son oxidantes y pueden quemar su piel. Sigán las instrucciones del profesor y usen su equipo de seguridad. El profesor les indicará qué hacer con los residuos en cada caso.

#### Reacción I. Sangre de vampiro

- Tomen unas gotas de disolución de yodo al 2% y viértanlas en un tubo de ensayo (figura 4.48a). Diluyan con agua para obtener una disolución de color amarillo oscuro.
- Agreguen al tubo con yodo unas gotas de disolución de almidón al 1%, con lo que obtendrán un color azul que da la apariencia de sangre de vampiro (figura 4.48b).
- Ahora desaparezcan la sangre de vampiro. Para ello añadan unos cristales de tiosulfato de sodio ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ). También pueden usar las disoluciones de "anticloro" que venden en las casas con productos para peceras. Lee la etiqueta correspondiente y comprenderás porque es que lo puedes sustituir.



Figura 4.49 Cuando hagan este experimento, pidan la ayuda de un adulto, como su profesor.

#### Reacción II. Pasta de dientes para elefantes

- A una probeta agreguen dos partes de agua oxigenada al 30% (¡cuidado, es muy oxidante!) y detergente líquido para trastos (figura 4.49); mezclen suavemente hasta obtener una disolución homogénea.
- A la disolución obtenida agreguen unas gotas de una disolución saturada de yoduro de potasio. Ésta debe agregarse rápida y cuidadosamente debido a que se forma una pasta voluminosa y caliente. La reacción ocurre muy rápida. Puede agregarse un poco de colorante a la mezcla para obtener pasta de diferentes colores.



Figura 4.50 Cuando pongan el barquito de aluminio sobre la disolución, eviten tocarla.

**Reacción III. El hundimiento del Titanic**

1. Con un trozo de papel aluminio grueso hagan un barco de papel y colóquenlo en un recipiente pequeño de boca ancha (figura 4.50) que contenga una disolución de cloruro de cobre (II) (CuCl<sub>2</sub>).
2. Observen cómo el barco empieza a hundirse. Otra opción es poner el barquito sobre el agua, agregar cristales de cloruro de cobre (II) y dejar caer unas gotas de agua sobre estos, o agregar disolución al 1% encima de él.
3. Perciban cómo se obtiene cobre metálico mientras el barquito se hunde. Nota: Evita el contacto del cloruro de cobre (II) con la piel y los ojos, ya que los irrita.



Figura 4.51 Estos son los materiales que necesitas para llevar a cabo la cuarta reacción ("árbol de cobre").

**Reacción IV. Árbol de cobre**

1. Con alambre de cobre formen la figura de un árbol (figura 4.51).
2. Sumerjan su árbol de cobre en una disolución de nitrato de plata al 1%. Observen qué sucede.

**Análisis de resultados y conclusiones**

1. Comenten entre todos los equipos sus observaciones y elaboren una tabla en la que resuman las principales características de las reacciones redox.
2. En el caso de la primera reacción, "sangre de vampiro", en presencia de yodo (I<sub>2</sub>), el almidón forma una especie química de estructura compleja de color azul. La reacción que hace desaparecer la sangre ocurre entre el yodo y el tiosulfato, y es de óxido-reducción:



3. En la segunda reacción para producir "pasta de dientes para elefantes", el yoduro de potasio (KI) se emplea sólo como catalizador para acelerar la reacción de descomposición del peróxido de hidrógeno. Ésta es una reacción exotérmica, por ello, se libera calor. El oxígeno generado produce espuma debido a la presencia del detergente líquido. La reacción de descomposición del peróxido de hidrógeno es de óxido-reducción:



4. La reacción del cloruro de cobre con aluminio en el "hundimiento del Titanic" también es una reacción de óxido-reducción:



Una alternativa de la actividad "Árbol de cobre" es el árbol de cristales de plata. Aprende a hacerlo en esta página: <http://www.redir.mx/SQCS-226>.

5. Cuando sumergieron el árbol de cobre en la disolución de nitrato de plata ocurrió una reacción de óxido-reducción, que además es una reacción de desplazamiento:



6. Discutan los resultados de las reacciones con el profesor y asignen los números de oxidación a cada elemento. Identifiquen las especies que ganan y las que pierden electrones.



**Radicales libres y oxidación**

1. Reúnete con un compañero y lean el siguiente texto. Si no conocen el significado de alguna palabra consulten el diccionario.

¿Qué significan para ti esos anuncios en los que se afirma necesitas consumir antioxidantes para combatir los radicales libres que aceleran el proceso de oxidación de nuestro cuerpo? ¿O en los que se asegura que los radicales libres producen envejecimiento prematuro y alteraciones celulares que podrían provocar cáncer? ¿Y los que afirman que los ojos son de los órganos que más rápido se oxidan, lo que hace necesario consumir suplementos alimenticios con altos contenidos de antioxidantes?



Figura 4.52 El consumo de tabaco favorece la formación de radicales libres.

Los **radicales libres** son átomos o grupos de átomos con un electrón desapareado producto de la oxigenación celular. Son muy **inestables** y **reactivos**, y siempre buscan la estabilidad. Para lograrlo, entran en contacto con una molécula de la que obtienen un electrón desapareado. Pero esa molécula se convierte a su vez en radical libre, lo que da inicio a un proceso de formación de radicales libres que causa daño celular, deteriora el sistema inmune y transforma la conformación genética.

En condiciones normales nuestro propio organismo produce las enzimas que neutralizan los radicales libres. Sin embargo, es posible que la formación de radicales libres aumente y supere las barreras defensivas del organismo.

Algunos factores que ocasionan lo anterior son el consumo excesivo de grasas animales y saturadas, la ingesta de frituras, el consumo de tabaco, drogas, alcohol, la contaminación ambiental, la inactividad física y la obesidad, las radiaciones ultravioleta que llegan a la superficie de la Tierra debido al debilitamiento de la capa de ozono, entre otros muchos factores (figura 4.52).



Figura 4.53 Muchos alimentos, como el aceite de olivo, el aguacate, las uvas y los arándanos, son fuentes naturales de antioxidantes.

Una dieta adecuada contiene el aporte apropiado de antioxidantes, sustancias cuya presencia inhibe la tasa de oxidación y protege las membranas celulares de nuestro cuerpo (figura 4.53). Si no se consume una dieta adecuada, se recomienda ingerir suplementos alimenticios que contengan antioxidantes como las vitaminas E y C, betacarotenos, selenio, cinc y magnesio.



**2. Contesten estas preguntas.**

- ¿Cuál es la función de un antioxidante?
- ¿Qué alimentos se anuncian como antioxidantes en la radio, la televisión y otros medios de comunicación masiva?
- ¿Piensas que se proporciona información clara a la población acerca de los efectos de estos productos?
- ¿Cuál es el contenido de los suplementos alimenticios?

**3. Comparen sus respuestas con las de otras parejas y coméntenlas con su profesor.**



Activa tus competencias **Encuentro con las reacciones redox**

En esta actividad te presentamos tres experimentos que puedes ensayar en tu casa, con la supervisión de un adulto.

Prepara una sesión para presentar los experimentos. Redacta una serie de preguntas dirigidas a las personas que observarán tu presentación con la intención de que te sirvan para explicarlos.

**Experimento 1. Cobre que cubre al hierro**

Exprime el jugo de un limón en un vaso. Coloca monedas de cobre (u otros objetos pequeños de este metal) dentro del vaso y déjalas por unos minutos (el jugo de limón debe cubrir las). Añade un poco de sal. Deja reposar las monedas tres minutos más. Mientras, pule un clavo con polvo limpiador y agua, y sumérgelo en el vaso que contiene el jugo de limón y las monedas al menos por 15 minutos. Observarás que el clavo se cubre con cobre.

El cobre reacciona con el ácido cítrico del jugo de limón para formar citrato de cobre y su estado de oxidación pasa de 0 a (2+). Cuando colocas el clavo en la disolución este compuesto produce que se cubra con una capa de cobre que no se quita aunque se talle el clavo. Ocurre una reacción redox.

**Experimento 2. Para producir electricidad**

Exprime el jugo de un limón en un plato pequeño y remoja en él tiras de toalla de papel. Haz una pila de monedas; alterna monedas de cobre y níquel, separando cada una con una tira de papel remojada en limón. Humedece la yema de un dedo de cada mano y sostén con ellos la pila que acabas de hacer (figura 4.54). ¡Sentirás un pequeño hormigueo o toque!

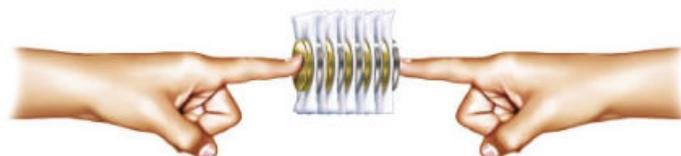


Figura 4.54 Así debes sostener tu pila de monedas en el experimento.

Para saber más

El experimento de las monedas con el jugo de limón en realidad es una pila húmeda, el precursor de las pilas que se usan en la actualidad. El jugo de limón, que es una disolución ácida, conduce la corriente generada por los dos metales de las monedas. Este experimento es muy similar al que el físico italiano Alessandro Volta llevó a cabo por primera vez hace 200 años.



**Experimento 3. Galvanómetro casero**

Coloca una brújula en el centro de un caja de cartón de unos 10 cm x 6 cm. Toma un cable eléctrico de 5 m y retira el plástico aislante de un extremo (aproximadamente 1 cm). Retira también el plástico del otro extremo, sólo que ahora deja libres 15 centímetros.

Enrolla el cable en la caja unas 20 veces, hasta dejar libres los extremos; éste es tu galvanómetro. Coloca el dispositivo sobre una mesa y gíralo hasta que la aguja de la brújula quede paralela al cable enrollado.

Para probar tu galvanómetro, encaja las terminales del cable en una celda de limón. Para elaborar la celda de limón, oprime y rueda el fruto varias veces sobre una mesa. Luego, haz dos pequeños cortes en la cáscara con una separación de 2.5 cm. Inserta un clip de metal en uno de los cortes hasta que tenga contacto con el jugo (figura 4.55). Las reacciones entre los dos diferentes metales (el cobre del cable y el hierro del clip) en el ácido del limón provocan un flujo de electrones, lo que genera a su vez el movimiento de la aguja de la brújula.

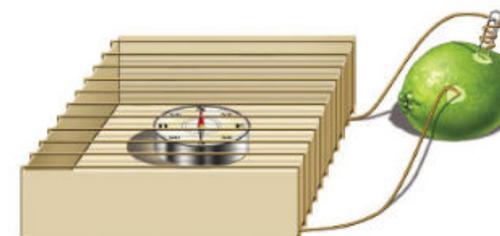


Figura 4.55 Imagen que muestra cómo debe quedar el galvanómetro casero.

**Características oxidantes de la atmósfera**

La atmósfera de la Tierra está compuesta principalmente por moléculas de  $O_2$  y  $N_2$  (99%). Otros compuestos presentes en la atmósfera oxidante de la Tierra que contienen oxígeno en su estructura y aparecen en concentraciones muy bajas son el ozono ( $O_3$ ), el dióxido de carbono ( $CO_2$ ), el vapor de agua ( $H_2O$ ) y algunos óxidos de nitrógeno y azufre.

El oxígeno es un oxidante. Cuando reacciona su número de oxidación disminuye de 0 (para el oxígeno puro,  $O_2$ ), a 2- (para el oxígeno en la mayoría de sus compuestos). Por ejemplo, en los compuestos  $CO_2$ ,  $Fe_2O_3$ , y  $H_2SO_4$ , cada átomo de oxígeno ha ganado dos electrones.

Algunos de los fenómenos que se producen en la atmósfera ante la presencia del oxígeno son los siguientes:

- La respiración, mecanismo por el cual los organismos aeróbicos obtienen energía a partir de moléculas orgánicas (figura 4.56).
- Las reacciones de combustión por las que es posible quemar los combustibles fósiles, principal proceso de obtención de energía.
- La formación de la capa de ozono, que evita el paso de la luz ultravioleta a la superficie de la Tierra, lo que evita un daño severo a los seres vivos.



Figura 4.56 Cuando respiramos se lleva a cabo un conjunto de reacciones redox que producen energía y dióxido de carbono.

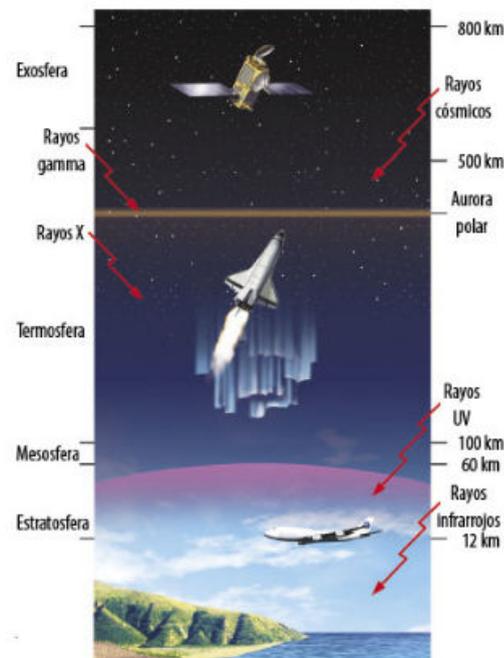


Figura 4.57 La capa de ozono protege a los seres vivos de la radiación proveniente de los rayos del Sol.

Las actividades humanas han provocado que se altere la concentración de algunos componentes de la atmósfera (ozono, dióxido de carbono, vapor y algunos óxidos de nitrógeno y azufre), que en condiciones normales no causan ningún problema. Esto ha originado una seria contaminación ambiental. A continuación se mencionan algunos de los fenómenos causados por el aumento en la concentración de los componentes mencionados.

### Destrucción de la capa de ozono

El ozono, por un lado, protege a los seres vivos de las radiaciones ultravioleta del Sol, pero por otro, causa daños cuando se acumula en las capas bajas de la atmósfera.

El ozono se encuentra en la atmósfera de la Tierra a muy baja concentración: 0.07 ppm, y forma una capa en la estratosfera que actúa como filtro de las radiaciones ultravioleta (figura 4.57).

Las reacciones redox que se llevan a cabo en la atmósfera mantienen un equilibrio entre el oxígeno y el ozono que favorece a la capa de ozono. Sin embargo, las actividades humanas han provocado una reducción anormal de esta capa por reacciones que ocurren entre el ozono y especies contaminantes, lo que ocasiona que radiaciones ultravioleta dañinas para el ser humano lleguen a la Tierra y causen problemas como cáncer de piel, cataratas oculares y supresión del sistema inmune de la gente y los animales.

Por otra parte, sabemos que el ozono es muy oxidante, y cuando éste se acumula en las capas bajas de la atmósfera produce efectos como irritación en los ojos, en las vías respiratorias y daños severos en la piel.

### Lluvia ácida

Se trata de un fenómeno por el cual se forman en la atmósfera ácido sulfúrico y ácido nítrico como consecuencia de un incremento de óxidos de azufre y de nitrógeno, provenientes principalmente de la combustión del petróleo y de los motores de combustión interna.

En la fase gaseosa de la atmósfera, el dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) se oxida a trióxido de azufre (SO<sub>3</sub>) debido a la presencia de óxidos de nitrógeno y por reacciones en las que intervienen **radicales libres**. En presencia del agua atmosférica o sobre superficies húmedas, el trióxido de azufre se convierte rápidamente en ácido sulfúrico (figura 4.58).

La formación de ácido nítrico se debe a que en la atmósfera hay óxidos de nitrógeno (a los cuales es común referirse como NO<sub>x</sub>), entre los que se encuentran el monóxido de nitrógeno (NO) y el dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>), que en contacto con la humedad reaccionan para formar ácido nítrico.



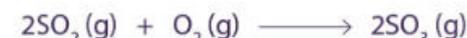
Figura 4.58 La contaminación generada por las actividades cotidianas del ser humano ha modificado las condiciones químicas de su entorno.

Observa las reacciones que se llevan a cabo en la atmósfera.

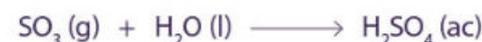
- Reacción de formación del SO<sub>3</sub> mediante oxidación del SO<sub>2</sub> debido a la presencia de NO<sub>x</sub> en la atmósfera:



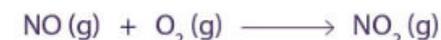
- Reacción de formación del SO<sub>3</sub> mediante oxidación del SO<sub>2</sub> debido a la presencia de radicales libres en la atmósfera:



- Reacción de formación del ácido sulfúrico:



- Reacciones de formación del ácido nítrico:



El fenómeno de la lluvia ácida causa graves deterioros en los ecosistemas (figura 4.59), ya sean terrestres o acuáticos. También se daña el patrimonio de las personas, como las construcciones, los monumentos, los objetos metálicos que están a la intemperie.

### Importancia de las reacciones redox en la industria electroquímica

En la industria se encuentran principalmente dos tipos de reacciones redox: las que producen energía al llevarse a cabo y las que la requieren para efectuarse. La **electroquímica** estudia estos procesos.

Una aplicación de las reacciones redox son las pilas que usamos para que funcionen los relojes, las lámparas de mano, los reproductores de música portátiles y los teléfonos celulares.

Las reacciones que producen energía ocurren de manera inmediata; por ejemplo, al añadir cinc a una disolución de sulfato de cobre la reacción comienza al instante. Este tipo de reacciones genera un **flujo de electrones**, es decir, electricidad que puede ser aprovechada por el ser humano.

Otras reacciones de óxido-reducción no se producen de manera inmediata, pero son útiles al ser humano. Para que estas reacciones ocurran se tiene que proporcionar energía que fuerce el flujo de los electrones a través de los materiales.



#### Para saber más

El 16 de septiembre de 1987, en la Asamblea General de la ONU, se firmó el Protocolo de Montreal, cuyo objetivo es proteger la capa de ozono mediante el control de la producción de sustancias degradantes de la misma. En 1995, el científico mexicano Mario Molina obtuvo, junto con otros investigadores, el premio Nobel por sus estudios sobre este fenómeno.



Figura 4.59 Las reacciones de óxido-reducción en la atmósfera producen la lluvia ácida que causa el deterioro del folaje de las plantas, entre otras consecuencias.



## Ahora tú explora, experimenta y actúa

### Integración y aplicación

#### 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.

### Proyecto 1 ¿Cómo evitar la corrosión?

#### FASE 1: INICIO

Con este proyecto, conocerán más acerca del proceso de corrosión. Esto les dará oportunidad de plantear soluciones a los problemas que ocasiona.

#### Catástrofe ambiental

Eran las 15:15 horas del 13 de noviembre de 2002 cuando el *Prestige*, un barco petrolero que transportaba más de 70 000 toneladas de petróleo, pidió socorro a las autoridades marítimas españolas. En ese momento se encontraba navegando a unas millas de la costa de Galicia. Las autoridades optaron por alejar el barco de la costa y se le prohibió atracar en los puertos españoles. El 19 de noviembre el barco se partió en dos y se hundió, por lo que se derramó el petróleo que transportaba. Este suceso ha sido la catástrofe medioambiental más grande de España.

A diez años del suceso, el capitán del *Prestige*, Apostolos Mangouras, declaró que detectó "corrosión" en los tanques de lastre cuando asumió el mando del barco en septiembre de 2002, pero descartó que hubiese en el barco algún daño y precisó que no estaba capacitado para determinar el grado de corrosión de los tanques (figura 4.61).

Fragmento adaptado de Paola Obelleiro, "El capitán del *Prestige* admite que detectó 'corrosión' en los tanques", en *El País* [en línea], 13 de noviembre de 2012, disponible en <[http://politica.elpais.com/politica/2012/11/13/actualidad/1352790303\\_908869.html](http://politica.elpais.com/politica/2012/11/13/actualidad/1352790303_908869.html)> (Consulta: 5 de julio de 2013).

#### FASE 2: PLANEACIÓN

1. Para saber más sobre la corrosión, investiguen las siguientes preguntas.

¿Desde cuándo se conoce la corrosión? ¿Cuáles son los productos de la corrosión de los metales? ¿Todos los metales son afectados por la corrosión? ¿Cuántos tipos de corrosión hay? ¿Cómo se evita la corrosión? ¿Qué características tienen los metales que no son afectados por la corrosión? ¿Es la corrosión un fenómeno propio de los metales o puede afectar a cualquier material? ¿Cuál es la importancia económica del fenómeno de corrosión?



Figura 4.61 En las zonas costeras la corrosión de las embarcaciones ocasiona pérdidas cuantiosas.

#### Intérn@te

Visita estos sitios relacionados con el hundimiento del *Prestige*:

<<http://www.redir.mx/SQCS-234a>>

<<http://www.redir.mx/SQCS-234b>>

#### Intérn@te

En los siguientes documentos encontrarás datos útiles para el proyecto:

Joan Genescá, *Más allá de la herrumbre III: corrosión y medio ambiente*, México, Fondo de Cultura Económica (La ciencia para Todos 121), 1994.

Estudian investigadores de la UAM la corrosión del concreto en sistemas de drenaje de la ciudad de México: <<http://www.redir.mx/SQCS-235a>>

La lucha contra la corrosión: ¿cómo mantener a la naturaleza a raya?: <<http://www.redir.mx/SQCS-235b>>

Un "sacapuntas" y la oxidación de los metales: <<http://www.redir.mx/SQCS-235c>>

2. Analicen la siguiente información y organícenla en un mapa conceptual, relacionándola con los contenidos de este bloque.

Hasta ahora, los expertos han desarrollado varios métodos para evitar la corrosión del hierro. Los principales son éstos:

- Formar aleaciones con carbono, que lo convierten en químicamente resistente a la corrosión. Es el mejor método, pero también el más caro. **Acero** es el nombre genérico que se da a las aleaciones de hierro con carbono. En el caso particular del acero inoxidable, se utilizan además níquel y cromo. Este acero resiste por completo la oxidación e incluso la acción de productos químicos corrosivos como el ácido nítrico concentrado y caliente.
- Hacer un recubrimiento electrolítico. Este recubrimiento genera una capa impermeable que impide el contacto con el aire y el agua. Es el método más barato y por tanto el más común. Un ejemplo es el hierro galvanizado, que es hierro recubierto con cinc.
- Recubrir con pinturas especiales, como los esmaltes horneados.

La corrosión de los materiales fabricados con hierro es uno de los fenómenos más trascendentales en la economía de toda sociedad. Basta mencionar que aproximadamente 25% de la producción anual mundial de acero es destruida por la corrosión, lo que implica grandes pérdidas en todas las regiones del mundo.

Y es un hecho que el problema se agrava en ambientes húmedos o salados, pues en ellos se encuentran presentes iones específicos (como cloruro, Cl<sup>-</sup>, y amonio, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) que favorecen la corrosión. Para evaluar los daños producidos por la corrosión, resulta conveniente clasificarlos, según la manera como se producen:

- Corrosión de tipo superficial, que es la menos peligrosa, pues el material se deteriora gradualmente (figura 4.62).
- Corrosión en placas, que se presenta cuando el ataque se profundiza más en algunas partes, pero sin dejar de presentar afectación general.
- Corrosión por picadura, que se manifiesta cuando una superficie metálica tratada se expone a un medio agresivo y el desgaste se observa de manera localizada.
- Corrosión general, que es la más común y la que genera más pérdidas económicas. Se caracteriza por un ataque más o menos uniforme en toda la superficie expuesta.



Figura 4.62 Ejemplo de corrosión superficial. En este caso las cadenas pierden masa gradualmente, pero siguen resistiendo.

3. Analicen y documenten los siguientes casos en su comunidad. Tal vez encuentren indicios de corrosión. Incluyan todos aquellos que ustedes crean que no se han considerado.

- Roturas en los tubos de escape y silenciadores de los automóviles.
- Picaduras en calentadores de agua domésticos.
- Daños en los tanques de almacenamiento de agua o en las tuberías que conducen este líquido.



Figura 4.63 En las tuberías corroidas con el tiempo hay fugas de agua.

- Roturas en las tuberías de agua (figura 4.63).
- Desgaste de puentes y otras estructuras de construcción.
- Fisuras en los tambores de lavadoras automáticas.
- Picaduras en la carrocería de los automóviles (figura 4.64).
- Corrosión de envases metálicos para conservas.
- Picaduras en los cascos de las embarcaciones.

Y recuerden, el problema de la corrosión no sólo radica en las pérdidas económicas, sino que en muchos casos se ponen en peligro vidas humanas y, como en el caso del *Prestige*, de animales y plantas. No olviden incluir comentarios al respecto.

### ✓ FASE 3: DESARROLLO

Ahora que han seleccionado un tema para plantear su proyecto es necesario que lleven a cabo las siguientes acciones:

1. Establecer la relación entre los contenidos del bloque y su proyecto.
2. Hacer una investigación bibliográfica y elaborar fichas bibliográficas y mapas conceptuales. Incluimos algunas opciones.
3. Decidir el enfoque de su proyecto: ciudadano, tecnológico o científico.
4. Reorientar el proyecto en caso necesario.
5. Asignar tareas a cada integrante del equipo y definir la estrategia de seguimiento de avances y resultados. No olvidar la bitácora de registro.

### ✓ FASE 4: COMUNICACIÓN

Con toda seguridad para su comunidad, además de sus profesores y compañeros, resultará interesante y útil conocer más sobre la corrosión y cómo evitarla. Por ello, además de un informe escrito, sería conveniente que divulguen su proyecto mediante una feria de ciencias, una exposición de sus experimentos y un análisis de las posibles soluciones para hacer frente al problema de la corrosión en un guion de radio o algún otro medio que se les ocurra.

## Proyecto 2 ¿Cuál es el impacto de los combustibles y posibles alternativas de solución?

### ✓ FASE I: INICIO

Aunque es un proceso necesario, la quema de combustibles fósiles ha generado serios problemas de contaminación ambiental. Además, su explotación desmedida ha conducido a un inminente agotamiento, sobre todo del petróleo. Los automóviles consumen una gran cantidad de combustible y también son los principales causantes de la emisión de gases de efecto invernadero. Por esto, uno de los retos de los científicos es la obtención de energía que no dependa del uso de los combustibles fósiles (figura 4.65).



Figura 4.64 Los automóviles pueden quedar prácticamente inservibles cuando son víctimas de la corrosión, por algo coloquialmente se le llama "el cáncer de los coches".



Figura 4.65 La gasolina sigue siendo uno de los combustibles fósiles más utilizados.

Desde el año de 1895 (con los primeros intentos de Karl Diesel y Henry Ford) se han incrementado las investigaciones para desarrollar **biocombustibles**, entre los que destaca el **bioetanol**, que tiene muchas ventajas: es limpio y renovable, su uso ayuda a reducir las emisiones de carbono y a conservar las reservas de combustibles fósiles. Sin embargo, el costo social es alto: se sacrifica la producción de alimentos, ya que para suplir las necesidades energéticas globales, se necesitarán millones de hectáreas de tierras agrícolas (figura 4.66).

El hidrógeno se usa como combustible para los automóviles, las personas que favorecen esta elección aducen que se puede obtener del agua, recurso abundante en todo el planeta, y que los productos de su combustión no son contaminantes. El hidrógeno se genera por un proceso electrolítico dentro de una celda de combustible, en que la energía química se convierte directamente en energía eléctrica útil, con la producción de calor y agua (figura 4.67).

Recientemente se han fabricado vehículos de motor eléctrico alimentados por celdas de combustible por lo que usan hidrógeno y emiten vapor de agua como desecho. Se espera que pronto los produzcan en serie y sean comercializados para su uso.

### ✓ FASE 2: PLANEACIÓN

Con el fin de que enriquezcan su conocimiento sobre la generación y el uso de energías alternativas, les proponemos que profundicen su investigación acerca de emplear el hidrógeno como fuente de energía.

La electrólisis del agua produce dos gases, el oxígeno y el hidrógeno. La mezcla de estos gases tiene propiedades explosivas que son la base para que este proceso sea una opción para obtener un "combustible verde". Su uso es ya una realidad en las celdas de combustible de hidrógeno, que se utilizan en los autos para sustituir el uso de la gasolina como combustible.

Una opción interesante es llevar a cabo un **proyecto tecnológico** en el que hagan un desarrollo experimental en miniescala, con la finalidad de comprobar la capacidad explosiva de la mezcla de los gases que se producen en la electrólisis del agua.

Algunos materiales que les serán de utilidad son: pipeta de plástico con tallo flexible de unos 5 ml de capacidad para llevar a cabo la electrólisis del agua, dos agujas de canevá con punta filosa o dos alfileres largos, de acero inoxidable, que servirán como electrodos, recipiente de plástico de aproximadamente 3 ml de capacidad, jabón para trastos y agua (para burbujear los gases desprendidos durante la electrólisis), 20 ml de una disolución que actúe como electrolito (puede ser de sulfato de sodio o sulfato de magnesio), una pila de 9 V o un adaptador de corriente alterna de 9 V que tenga adaptados caimanes en las terminales positiva y negativa (esto es lo mejor, pues se evita el uso de pilas) y unos cerillos.

Figura 4.67 En algunos países ya se emplea el hidrógeno como combustible. En la imagen se ve una estación de recarga.



Figura 4.66 Planta productora de biocombustible.



Intérn@te

Lee más sobre los biocombustibles en:  
<http://www.redir.mx/SQCS-237a>

<http://www.redir.mx/SQCS-237b>



Hemos mencionado los materiales y reactivos necesarios para su experimento. Como parte de su investigación establezcan las concentraciones y el montaje experimental. El objetivo final es "incendiar" las burbujas formadas en el seno del jabón y observar y oír la explosión que se llevará a cabo.

Registren y discutan sus resultados experimentales. Investiguen y contesten las siguientes preguntas. Sus respuestas son la fundamentación teórica de este proyecto.

- ¿Cuál es el producto de la reacción que ocurre durante la explosión? La energía que implica la explosión y el producto que se forma es lo que hacen que ésta sea la propuesta de un "combustible verde".
- El experimento que acabas de hacer es en lo que se basan las celdas de combustible que se utilizarían en los autos. Con esta opción se dejaría de usar gasolina. Investiga el funcionamiento de las celdas de combustible de hidrógeno y relacionalo con el experimento que efectuaste. Utiliza esta respuesta para las conclusiones de este proyecto.
- ¿Cómo relacionan los conocimientos que adquirieron en este experimento con el uso del hidrógeno como combustible?
- ¿Desde cuándo se hizo la propuesta de emplear hidrógeno como combustible? ¿Se hizo en respuesta a una necesidad en particular?
- ¿En qué dispositivos se utiliza actualmente el hidrógeno como combustible?
- ¿Qué problemas han impedido hasta ahora el uso de las celdas de combustible de hidrógeno en los automóviles?

**FASE 3: DESARROLLO**

Aquí les presentamos otras ideas para su proyecto; les servirán para estudiar más sobre el impacto de los combustibles fósiles en el ambiente y las posibles alternativas para sustituirlos. Ahora sí, elijan la situación problemática:

- ¿En qué consiste el término *energía limpia*? ¿Qué tipos de energía limpia existen? ¿Cuáles hay en tu comunidad? ¿Cuáles se pueden implementar en tu comunidad? ¿Qué puedes hacer para difundir su uso? ¿Qué necesitarías para que se implementaran en tu comunidad?
- ¿A qué se le llama petróleo crudo? ¿Cuáles son las diferencias entre un crudo pesado y un crudo ligero? ¿Cuál es más caro y por qué? ¿Cómo es el proceso de extracción y destilación del petróleo? ¿En qué consiste el proceso llamado craqueo? ¿Para qué sirve el proceso denominado hidrogenación catalítica? ¿Cómo se formaron las reservas petrolíferas? ¿Cuál es el impacto ambiental de usar combustibles? ¿Cuáles son otros combustibles fósiles?
- ¿Cómo se producen los biocombustibles? ¿Qué hace más ventajosos a los biocombustibles?

Vale la pena repetir lo siguiente: no olviden que para cumplir el objetivo del proyecto deben organizar las actividades necesarias, así como asignar tareas y especificar quién o quiénes serán los responsables de llevar a cabo cada una de ellas. Es esencial considerar desde este momento cómo harán la presentación final de su proyecto.

**Para Saber Más**

Es importante que sepan que en algunos textos se recomienda usar cloruro de sodio o ácido clorhídrico como electrolitos. **Eviten usarlos**, ya que se desprenderá cloro, que es tóxico e irritante de las membranas mucosas.

Tengan cuidado de que los electrodos no se toquen mientras se lleva a cabo el experimento, ya que se establecerá un corto circuito que ocasionará que la pila se caliente y explote.

El experimento implica una explosión con los gases formados. Deben trabajar con sumo cuidado y utilizar bata y lentes de protección. Tomen las precauciones necesarias para que la audiencia no esté muy cerca de su mesa de trabajo el día de su presentación.

**FASE 4: COMUNICACIÓN**

Reúnanse y discutan sus resultados; organícenlos en un mapa conceptual, elaboren una tabla y gráficas que les ayuden a procesar la información, llegar a conclusiones y presentarlas ante un público. Recuerden que en éstas se deben expresar los resultados generales, el logro de los objetivos del proyecto, la resolución del problema planteado y si se cumplió o no la hipótesis.

En equipo decidan cómo divulgar su proyecto. No olviden mencionar los beneficios que les aportó a ustedes y los que aportaría a su comunidad (figura 4.68). Pueden hacer un tríptico, una maqueta, un periódico mural, una obra de teatro o un debate a favor y en contra del uso de combustibles fósiles y uso de energías limpias.

**FASE 5: EVALUACIÓN**

La evaluación es imprescindible en la elaboración de los proyectos porque les ayuda a valorar su trabajo individual y del equipo durante el desarrollo del proyecto. En el cuadro 4.5 les damos algunos ejemplos de preguntas para autoevaluarse, no importando el tipo de proyecto que hayan elegido. Procuren contestarlas con honestidad.



Figura 4.68 En la presentación de sus resultados, usen organizadores de información. Esto hará que el público aprecie mejor los alcances de su proyecto.

Cuadro 4.5 Preguntas para evaluar el proyecto

Preguntas	¿Sí o no?	¿En qué evidencias nos basamos para saberlo?	¿Cómo mejoraríamos?
¿Planteamos una situación problemática de acuerdo con nuestro interés?			
Con base en la situación problemática ¿planteamos premisas, supuestos y alternativas de solución?			
¿Efectuamos experimentos que nos permitieron elaborar conclusiones y reflexionar acerca de la corrosión o de la necesidad de recursos energéticos aprovechables?			
¿Seleccionamos la información más conveniente para nuestro proyecto, la organizamos, hicimos gráficas y las utilizamos a lo largo del proyecto?			
¿Aplicamos algunos de los fundamentos básicos que se utilizan en la investigación científica escolar o en la experimentación?			
¿Argumentamos las implicaciones sociales de nuestros resultados?			
¿Comunicamos de manera eficiente los resultados de nuestra investigación científica?			
¿Evaluamos los aciertos y las debilidades del proceso que seguimos durante el desarrollo del proyecto?			

Reactivo

1

Instrucciones

- a. Lee detenidamente la siguiente información.
- b. Contesta las preguntas que siguen al texto.



**Estudia UABC acidificación de los océanos**  
20 de junio 2013

El Instituto de Investigaciones Oceanológicas (iio) de la Universidad Autónoma de Baja California (UABC) fue sede del Segundo Taller del Consorcio para el Estudio del Océano Cambiante (CSOC por sus siglas en inglés). Su objetivo fue generar investigación científica entre México y Estados Unidos de América acerca del funcionamiento de los ecosistemas marinos y las implicaciones del calentamiento global y la acidificación del océano.

El taller reunió a investigadores de diferentes instituciones de educación superior a nivel nacional y del Instituto de Ciencias Marinas de la Universidad de California, ubicada en Estados Unidos de América.

El doctor Eugenio de Jesús Carpizo Ituarte, coorganizador del taller junto con Gretchen Hofmann del Instituto de Ciencias Marinas de la Universidad de California, dijo que esta iniciativa surgió como un proyecto de ucxms para formar métodos de trabajo y colaboración que permitan aportar información y documentar lo mejor posible cómo van a responder las especies marinas a este cambio global.

Mencionó que, como producto de una sociedad industrial, se ha registrado un aumento de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) en la atmósfera, que ha elevado la temperatura promedio del planeta e interactuado con la química del océano, ocasionando acidificación en el agua, lo cual representa una amenaza para la vida acuática.

"Al interactuar el  $\text{CO}_2$  con la química del océano, se modifica el pH y disminuye el carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ) que conforma la concha de muchos organismos vivos, como las ostras, las almejas o los mejillones", aclaró el investigador del iio. Explicó que con la disminución del pH a los organismos que secretan estructuras calcáreas les cuesta trabajo sobrevivir, debido a que la acidificación provoca que el agua de mar sea corrosiva con las conchas y los corales.

"La mayoría de los organismos que son calcificadores van a padecer las consecuencias, quizá algunos otros se benefician con la acidificación, como las anémonas, pero de lo que no hay duda es de que dentro de unas décadas valiosos ecosistemas marinos pueden ser dañados o destruidos por causa del  $\text{CO}_2$  que produce el ser humano", finalizó.

Tomado de "Estudia UABC acidificación de los océanos", en *Investigación y Desarrollo*, 20 de junio de 2013, disponible en <http://www.invedes.com.mx/diaria-mobili/2951-estudia-uabc-acidificacion-de-los-ocenos> (Consulta: 1 de julio de 2013).

Preguntas

1. Imagina que eres parte del equipo de investigadores que trabajan en el equipo del doctor Carpizo. ¿Cómo demostrarías experimentalmente lo que ocurre en los organismos marinos? ¿Qué efectos tendrá la disminución del carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ )?

2. Una reacción que ocurre en el medio ambiente es la formación de ácido carbónico ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ), que produce la liberación de iones hidrógeno. Esto incrementa la acidez y, por tanto, la reducción del pH. Examina el siguiente esquema y explica si la reacción que se ilustra sigue la ley de la conservación de la masa.



Tomado de Marcos Sommer, "Océanos: su acidificación es una amenaza real y grave de nuestra existencia", en *Ecoportal.net*, 21 de diciembre de 2012, disponible en [http://www.ecoportal.net/temas\\_Especiales/Agua/Oceanos\\_su\\_acidificacion\\_es\\_una\\_amenaza\\_real\\_y\\_grave\\_de\\_nuestra\\_existencia](http://www.ecoportal.net/temas_Especiales/Agua/Oceanos_su_acidificacion_es_una_amenaza_real_y_grave_de_nuestra_existencia). (Consulta: 11 de julio de 2013).

3. En el texto se menciona que, de no solucionarse la contaminación, los ecosistemas marinos serán dañados gravemente por el exceso de  $\text{CO}_2$ . ¿Cuáles son las fuentes de emisión de  $\text{CO}_2$  al ambiente?
4. De las siguientes acciones para disminuir el incremento de  $\text{CO}_2$ , elige la que no corresponde. Argumenta tu elección.
  - a) Utilizar bicicleta en lugar de automóviles. Lo que se conoce como "movilidad sostenible".
  - b) Laborar en casa y tener reuniones de trabajo por videoconferencia.
  - c) Usar focos incandescentes de 100 watts.
  - d) Reciclar y reutilizar productos de papel, vidrio, metal o plástico.
5. Luis comenta a sus amigos que si se siembran árboles disminuirá la concentración de  $\text{CO}_2$  en el ambiente. Ayuda a Luis a justificar su idea, escribiendo una explicación al respecto.
6. Uno de los fenómenos que más daño causan al ambiente es la lluvia ácida.
  - ¿Cómo se produce la lluvia ácida?
  - ¿De qué manera contribuye este fenómeno a la acidificación de los océanos?
7. En el texto se dice que el agua de mar es corrosiva con las conchas y los corales. ¿Esta agua afectará las embarcaciones, los muelles y otras estructuras metálicas que estén en el mar? ¿Por qué?



**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

# BLOQUE 5

## Química y tecnología

### 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 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**

- Proyecto 1** ¿Cómo se sintetiza un material elástico?
- Proyecto 2** ¿Qué aportaciones a la química se han generado en México?
- Proyecto 3** ¿Cuáles son los beneficios y riesgos del uso de fertilizantes y plaguicidas?
- Proyecto 4** ¿De qué están hechos los cosméticos y cómo se elaboran?
- Proyecto 5** ¿Cuáles son las propiedades de algunos materiales que utilizaban las culturas mesoamericanas?
- Proyecto 6** ¿Cuál es el uso de la química en diferentes expresiones artísticas?
- Proyecto 7** ¿Puedo dejar de utilizar los derivados del petróleo y sustituirlos por otros compuestos?



Probablemente te preguntes qué utilidad tiene este curso de química. Estamos seguros de que no te imaginas vivir sin automóviles, sin televisores, sin teléfonos celulares, sin una casa o sin ropa. ¿Cómo sería tu vida si no se hubieran inventado los plásticos, las medicinas, los productos de higiene personal y los métodos de conservación de alimentos? Pues bien, el estudio de la química y de sus aplicaciones tecnológicas ha permitido que nuestra vida tenga las facilidades de las que disfrutamos cotidianamente.

En este bloque desarrollarás al menos un proyecto en el que integrarás tus conocimientos, habilidades e intereses, teniendo siempre presente el cuidado de tu planeta. Además, los proyectos te prepararán para afrontar problemas no sólo de ciencias, sino de todo tipo, y para que busques cómo resolverlos con iniciativa y responsabilidad social. También te entrenan para el trabajo en equipo, que seguramente emprenderás en otros momentos de tu vida.

# Proyectos

## Ahora tú explora, experimenta y actúa. Integración y aplicación

### 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 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.

Antes de iniciar este bloque, en equipo, hagan un acto de reflexión y autoevaluación respecto al desarrollo de los proyectos efectuados con anterioridad, con el fin de recuperar las acciones positivas y tratar de corregir las negativas. Con ello se mejorará el desarrollo de los proyectos que llevarán a cabo ahora que están por culminar esta asignatura.

### Proyecto 1 ¿Cómo se sintetiza un material elástico?

#### FASE 1: INICIO

Actualmente, un gran número de nuevos materiales que sustentan nuestro bienestar y brindan una prospectiva favorable sobre nuestro progreso: materiales metálicos, cerámicos, poliméricos y materiales compuestos (cualquier combinación de todos los anteriores). Todos estos materiales han sido elaborados conforme la ciencia y la tecnología han cubierto las diferentes necesidades del ser humano.

La historia de la civilización ha dependido en mucho de los materiales que el ser humano ha tenido a su alcance. Desde los huesos de animales, la madera y la piedra, pasando por los diferentes metales, vidrios y cerámicas, hasta llegar actualmente al diseño y síntesis de materiales poliméricos y materiales compuestos. Eso sin mencionar a los biomateriales.

Estudiaremos ahora una clase de polímeros: los **elastómeros**, que son materiales elásticos, es decir, materiales que se deforman por la acción de fuerzas externas, pero recuperan su forma original cuando esas fuerzas dejan de actuar sobre él. Estos materiales elásticos son la base de un gran número de productos de gran importancia en nuestras vidas: condones, chupones para biberones, globos, ligas de goma, gomas de borrar, piezas para juguetes y para una gran variedad de productos eléctricos, los componentes de goma de los instrumentos médicos, los elásticos de la ropa, llantas para automóviles, trajes de neopreno, chicle, guantes de uso especial para productos químicos (figura 5.1).

De manera general, podemos decir que los polímeros son moléculas gigantes que se caracterizan por ser resultado de la unión de cientos o miles de moléculas más pequeñas. Hay que destacar que estas pequeñas moléculas pertenecen siempre a la misma unidad, es decir, siempre son parte de la misma molécula (figura 5.2).



Figura 5.1 Artículos fabricados con materiales elásticos.

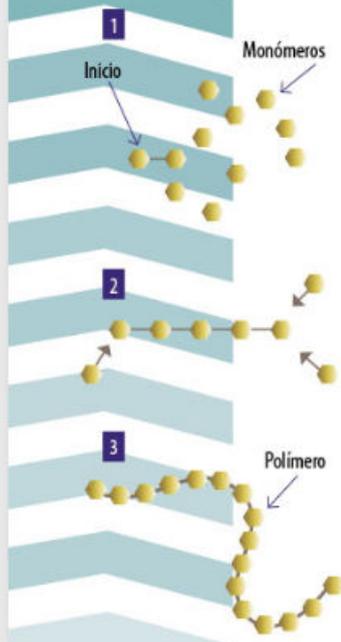


Figura 5.2 Esquema que muestra el proceso de polimerización por adición de monómeros.

La estructura de estos materiales es similar a la de una larga cadena (polímero) formada por pequeños eslabones (monómeros).

Los polímeros no necesariamente son materiales sintetizados en un laboratorio. El hule natural, al igual que otros productos como el pelo, la lana, la seda (figura 5.3) y el algodón, son polímeros naturales de origen vegetal.

Gracias a los avances logrados a la fecha en el estudio de los polímeros es posible incluso diseñar un material con propiedades muy específicas y encontrar la manera de sintetizar el monómero y el polímero para crearlo.

Por otra parte, la investigación en el campo del desarrollo de los polímeros ha generado uno de los retos más importantes para los científicos: disminuir los daños derivados de usarlos indiscriminadamente y contribuir con su labor a una mejor reutilización de los polímeros sintéticos, pues es necesario minimizar y evitar la contaminación que causan.

#### 1. Reúnanse en equipo y respondan las siguientes preguntas.

- ¿Qué es un material elástico? ¿Y uno plástico? ¿Cuáles son las semejanzas y cuáles las diferencias entre ellos? ¿Crees tú que estos materiales son polímeros? ¿Por qué?
- ¿Qué es un monómero? ¿Qué es un polímero? Menciona dos ejemplos de cada uno de ellos. ¿En qué consiste una reacción de polimerización? Si conoces alguna en particular, méncionala y explícala a tu equipo.
- ¿Cuál es la estructura química de materiales naturales como el hule o caucho, el algodón, el cuero?
- ¿Qué relación hay entre los hidrocarburos que se obtienen del petróleo y la composición química de los polímeros? ¿Y la de los polímeros elásticos?
- ¿Cuál es el problema ambiental que ocasiona el uso de polímeros? ¿Qué ha hecho el hombre para resolver este problema?

#### 2. Lean de manera individual los siguientes textos y después coméntenlos con sus compañeros de equipo.

A mediados del siglo **xvi** se tuvo noticias por primera vez en el **Viejo Mundo** de la existencia del caucho (figura 5.4). En aquel tiempo no se tenía idea de para qué servía esa pasta elástica y correosa. En cambio, los mayas y muchos otros pobladores indígenas de Centro y Sudamérica conocían desde mucho antes las propiedades de la goma natural. Los conquistadores españoles se asombraron al observar la primera pelota de caucho que los indígenas obtenían de un árbol llamado *hullicuahuit*, del que se derivó el vocablo **hule**. La especie de la cual se obtenía el látex es el árbol del hule (*Castilla elastica*).



Figura 5.3 Capullos de gusano de seda formados por fibras de la proteína que la constituye (un polímero natural).



Figura 5.4 Muchos de los árboles de los que se extrae la resina tienen más de 400 años de vida.

#### Glosario

**Viejo Mundo:** está constituido por las regiones de la Tierra conocidas por los europeos, antes de los descubrimientos de Cristóbal Colón.

**Glosario**

**Sangrado:** proceso que consiste en hacer algunas incisiones en la corteza del árbol para que el látex salga poco a poco.

**Cuando el caucho se convirtió en goma**

A pesar de las ventajas de usarlo, el caucho natural nunca habría alcanzado la importancia que tiene el caucho sintético en nuestro tiempo. Cuando la industria química logró producirlo, el panorama mundial comenzó a cambiar. La goma obtenida en retortas hace muchísimo tiempo, ha superado en importancia a su competidor, que se obtiene del **sangrado** del tronco de los árboles. De las 16 millones de toneladas de goma que se consumen actualmente en todo el mundo, sólo 30% procede de la naturaleza y el resto lo suministra la industria química.

Fragmento adaptado de "Cuando el caucho se convirtió en goma", en Interempresas.net [en línea], 1 de noviembre de 1999, disponible en <http://www.interempresas.net/Plastico/Articulos/6255-Cuando-el-caucho-se-convirtio-en-goma.html>

(Consulta: 7 de marzo de 2013).

**FASE 2: PLANEACIÓN**

El estudio de los polímeros es un fascinante campo de la química. Aquí exponemos algunos aspectos sobre ellos que serán de ayuda para elegir el tema de su proyecto.

Elijan una o más preguntas o propongan otras de su interés. A partir de estas preguntas, seleccionen en equipo el tema que les gustaría investigar y definan el objetivo. Éste debe contener un planteamiento breve en el que mencionen qué quieren lograr con su proyecto en relación con el problema que planteen.

Aquí les presentamos algunas ideas para elegir la situación problemática.

- ¿De dónde obtenían los mayas la goma natural que utilizaban en la confección de calzado y para hermetizar vasijas? • ¿Qué problema presentaban los artículos confeccionados con el caucho natural que los mayas obtenían con las "lágrimas del árbol que llora"? • ¿Cuál es el nombre científico de este árbol? • ¿En qué otros países de América crecen árboles con un producto similar? • ¿Cuál es el nombre de estos árboles? • ¿Desde cuándo se utilizaba el caucho en esos países? • ¿Cómo es que este material llegó a Europa? • ¿De dónde proviene la mayor parte del hule natural que se utiliza hoy? • ¿En qué consiste el proceso de obtención del látex a partir de los árboles que lo producen?
- ¿Cómo se fabricaban en el siglo XIX los tirantes para medias y pantalones? • ¿Y los impermeables que se empezaron a fabricar en Inglaterra en esa época y que se utilizan hasta la fecha junto con botas de goma? • ¿Cuál fue la aportación de Charles Nelson Goodyear al desarrollo de los elastómeros? • ¿Qué hecho hizo necesaria la investigación química para obtener caucho sintético? • ¿Quién fue el inventor que lo logró? • ¿En qué año se logró este descubrimiento? • ¿Cuál es el monómero que se utiliza para la fabricación del caucho sintético?

**Intérn@te**

En las siguientes fuentes encontrarán información útil para su proyecto.

Cristóbal Lárez, Terminología básica utilizada en polímeros, disponible en <http://www.redir.mx/SQCS-246a>.

Ana María Sosa, "Los plásticos: materiales a la medida", en *¿Cómo ves?*, núm. 43, p. 22, disponible en <http://www.redir.mx/SQCS-246b>.

Olmecas: artífices de la tecnología, disponible en <http://www.redir.mx/SQCS-246c>.

- ¿En qué consiste la vulcanización? • ¿Qué propiedades da el proceso de vulcanización al caucho? • ¿De qué están fabricadas las llantas? • ¿Qué proceso se utiliza en las vulcanizadoras que reparan las llantas de los automóviles cuando se ponchan? • ¿Qué problema ambiental causa la acumulación y la quema de llantas viejas? (Figura 5.5)
- ¿Cuáles son las propiedades que caracterizan a un material elástico? • ¿Cómo se sintetizan los materiales elásticos? • ¿Cómo se puede elaborar un polímero con características elásticas? • ¿Cuál es la diferencia entre la goma natural o látex y las gomas sintéticas?
- ¿Cuál es el procedimiento químico por el que un monómero se transforma en un polímero? • ¿El polímero posee las mismas propiedades químicas que el monómero? • ¿Cuál es la diferencia entre el hule y el plástico? • ¿Qué ventajas y desventajas implica el uso de materiales naturales y sintéticos?
- ¿Qué es la gutapercha? • ¿Para qué la utilizan los dentistas? • ¿Es la gutapercha un elastómero natural o sintético? • ¿De dónde y cómo se obtiene? • ¿Qué tratamientos requiere la gutapercha para ser utilizada en los consultorios dentales?



Figura 5.5 Uno de los grandes problemas ambientales es el desecho de llantas inservibles.

**Para Saber Más**

Es fácil percibir que los desechos de los polímeros sintéticos (plásticos, fibras, elastómeros, etc.) son materiales que tardan muchísimo tiempo en degradarse y ser asimilados por la naturaleza. Esto ha generado el desarrollo de procesos de reciclaje que consiste básicamente en recolectarlos, limpiarlos, seleccionarlos y fundirlos de nuevo para usarlos como materia prima adicional, alternativa o sustituta para el moldeado de otros productos. Es así como el hombre ha encontrado una manera de disminuir el uso de productos no renovables y de reducir la generación de CO<sub>2</sub> y al mismo tiempo de la lluvia ácida y el efecto invernadero. Sin embargo, en este campo hay que considerar que la quema de polímeros es muy contaminante, particularmente en el caso de los plásticos, con los que se origina al quemarlos la formación de productos tóxicos como las dioxinas.

Les sugerimos también que hagan algunas actividades experimentales que les sirvan para su proyecto. Recuerden que pueden hacer cualquier experimento que propongan y se relacione con el tema de los polímeros sintéticos. En todos los casos, deben investigar la toxicidad y las precauciones requeridas para manipular los reactivos químicos.

Trabajen siempre de acuerdo con su protocolo de trabajo y la supervisión previa por parte del profesor. ¡Y lo más importante!, observen en cada momento las medidas de seguridad requeridas para efectuar experimentos en el laboratorio. Recuerden que para cumplir el objetivo del proyecto deben organizar las actividades y tareas que deben cumplir. También especifiquen quién o quiénes serán los responsables de estas últimas.

Es esencial considerar desde este momento la manera en que harán la presentación final de su proyecto. Con los resultados de la investigación y después de analizar la información, procedan a resolver el problema planteado. Es importante que no olviden registrar en la bitácora del proyecto sus observaciones y avances.

**Elaboración de materiales elásticos**

Los elastómeros son plásticos cuyo nombre proviene de su elasticidad, es decir, de su capacidad para deformarse al aplicarles una fuerza de tensión y de recuperar su forma original cuando la fuerza que actúa sobre ellos desaparece. La elasticidad es una propiedad estudiada en los cursos de física que se rige por la **Ley de Hooke**.



Figura 5.6 Existen diferentes tipos de pegamentos; la goma escolar o pegamento blanco es de los menos tóxicos.

## I. Goma para pegar

Los pegamentos elastoméricos, como los cementos de goma naturales o sintéticos (figura 5.6) se utilizan para pegar materiales flexibles a materiales rígidos. Para su proyecto, pueden hacer un material pegajoso de consistencia gomosa y probar sus propiedades. Necesitan bórax y cualquier pegamento blanco. Una vez que lo hayan obtenido, verifiquen sus propiedades: amásenlo, formen diversas figuras, estírenlo, avientenlo, divídanlo. Déjenlo secar y agreguen agua para que vuelva a su estado inicial.

## II. Borradores

Los primeros borradores o gomas de borrar son un ejemplo de elastómeros, cuya materia prima era el látex líquido (figura 5.7). Pueden elaborar un borrador con látex líquido, agua y vinagre. Investiguen el procedimiento experimental para hacerlo. Comprueben la forma de obtener el mejor borrador, utilizando sustancias abrasivas como arena, harina, piedra pómez, talco, sal de mesa, aserrín, cereal en grano, maicena o polvo para hornear. Analicen sus propiedades: regresa a su forma original después de ser estirado o disgregado, borra la escritura de lápiz o de tinta, rasga el papel o lo deja intacto, etcétera.



Figura 5.7 La goma de borrar es uno de los inventos más útiles y a la vez es de los productos más económicos.

### FASE 3: DESARROLLO

Sistematicen la información con el fin de que resulte fácil visualizarla y analizarla para obtener conclusiones. Hagan su planificador con las actividades que harán, los responsables, los materiales que necesitan y las fechas de entrega.

Elaboren un informe en el que expresen los resultados generales, el logro de los propósitos del proyecto, la resolución del problema planteado y si se cumplió o no la hipótesis.

### FASE 4: COMUNICACIÓN

1. Organicen un seminario para que todos los equipos presenten sus resultados.
2. Diseñen una manera de difundir sus resultados entre el resto de la comunidad escolar; por ejemplo, un tríptico o folleto, carteles, periódico mural, etcétera.
3. Preparen el material con el que presentarán sus resultados. No olviden citar los conocimientos que construyeron en el curso y que utilizaron para solucionar el problema. Recuerden incluir también la bibliografía consultada.

### FASE 5: EVALUACIÓN

Es importante evaluar tu participación y la de tus compañeros en el desarrollo del proyecto; para este fin, consulten la guía de evaluación que se encuentra al terminar los proyectos (página 267).

## Proyecto

2

## ¿Qué aportaciones a la química se han generado en México?

### FASE 1: INICIO

¿Se han preguntado cuál ha sido el desarrollo de la química en México?, ¿qué han aportado los científicos mexicanos a la humanidad?

El propósito de este proyecto trata precisamente de eso, de que busquen y reconozcan el trabajo de científicos mexicanos como los profesores Andrés Manuel del Río, Mario Molina y Luis Ernesto Miramontes, entre otros que han contribuido con su trabajo al bienestar de la humanidad.

### Andrés Manuel del Río

#### Intérn@te

Les sugerimos consultar estas fuentes; en ellas encontrarán información útil para desarrollar el proyecto sobre Andrés Manuel del Río:

Labor de Andrés Manuel del Río en México: Profesor en el Real Seminario de Minería e innovador tecnológico en minas y ferrierías: <http://www.redir.mx/SQCS-249a>

El primer metal mitológico: vanadio: <http://www.redir.mx/SQCS-249b>

El descubrimiento del vanadio: <http://www.redir.mx/SQCS-249c>

Forjadores de la ciencia en México. Andrés Manuel del Río y Fernández: <http://www.redir.mx/SQCS-249d>.

En el año de 1792 fue fundado el Real Seminario de Minería de la Nueva España y dotado de un cuerpo de distinguidos profesores. Entre ellos llega a México en 1794 el profesor Andrés Manuel del Río (figura 5.8) para ocupar la cátedra de Química y Mineralogía; se dice que fue discípulo de Antoine Lavoisier y que trajo a México el **Tratado Elemental de Química** ¡en español!

El Real Seminario de Minería fue el primer sitio en el que se impartieron clases de ciencias experimentales en México y el primer instituto de investigación científica del continente, por lo que sus egresados eran aceptados en otros países de América y Europa.

En 1801 el profesor Andrés Manuel del Río analizó un mineral de plomo de la mina Cardonal de Zimapán, Hidalgo, y encontró que, por sus características, se trataba de un nuevo metal, diferente al plomo con el que trabajaban. ¿Deseas saber más acerca de la historia del nuevo elemento? A este elemento se le dio el nombre de **eritronio**. Aunque en principio no fue reconocido el eritronio, ahora se le conoce con otro nombre.

Los invitamos a que disfruten de este hermoso pasaje de la historia de la química en nuestro país.

### Mario Molina Pasquel y Henríquez

El doctor Mario Molina es pionero en la investigación de la química atmosférica. En 1974 escribió junto con Frank Rowland, un artículo en el que predecían el adelgazamiento de la capa de ozono como consecuencia de la emisión de ciertos gases industriales, los clorofluorocarbonos (CFC).

Fue en el año de 1982 cuando por primera vez se observó en la Antártida el agujero de ozono.



Figura 5.8 Andrés Manuel del Río



Figura 5.9 Dr. José Mario Molina Pasquel y Henríquez

Por ésta y más razones te invitamos a que averigües acerca del doctor Molina (figura 5.9), sus investigaciones y los ataques violentos que enfrentó por parte de las industrias que producían los crc.

Reúnete con tu equipo y responde las siguientes preguntas.

- ¿Qué son los clorofluorocarbonos?
- ¿Para qué se utilizan?
- ¿Cómo se sintetizan?
- ¿En dónde se encuentran?
- ¿Qué daños provocan?
- ¿Qué establece el Protocolo de Montreal? ¿Por qué fue tan importante para México cumplirlo?

### Luis Ernesto Miramontes Cárdenas

¿Sabían que en México se sintetizó el principio activo de la píldora anticonceptiva? Conocer la historia de píldora anticonceptiva te ayudará a comprender cómo este invento cambió la vida de millones de mujeres y familias en el mundo. El **principio activo** al que nos referimos fue sintetizado por un científico mexicano, Luis Ernesto Miramontes Cárdenas a partir de una planta originaria del estado de Veracruz, llamada "cabeza de negro" o "pata de elefante". Estas plantas contienen un compuesto llamado **diosgenina** del cual se puede obtener mediante un tratamiento en laboratorio la hormona **noretinil estradiol**, con la que se elaboran los anticonceptivos (figura 5.10).

Para que se den una idea de la importancia de esta aportación, les diremos que en 1964, el Departamento de Patentes de Estados Unidos la consideró uno de los 40 inventos más importantes registrados entre 1794 y 1964. En el año 2000, un grupo de personalidades destacadas la calificó como uno de los inventos más importantes de los últimos dos mil años.

En 2004, la comunidad de ingenieros y tecnólogos de Reino Unido la situó en el lugar veinte de todos los tiempos. Para la Academia Mexicana de Ciencias (2005) es la contribución mexicana a la ciencia mundial más importante del siglo xx.

#### ✓ FASE 2: PLANEACIÓN

Son tres los científicos que se han mencionado; ahora les damos algunas ideas para elegir la situación problemática.

### Andrés Manuel del Río

¿De dónde era profesor? ¿Qué estudios tenía? Justifica si es cierto o no que fue discípulo de Lavoisier. ¿Por qué se funda el Real Seminario de Minería de la Nueva España? ¿Qué propiedades químicas tenía el nuevo elemento que descubrió? ¿Hasta cuándo se reconoció al profesor Andrés Manuel del Río como descubridor de ese elemento?

#### Glosario

**Principio activo:** sustancia principal de un medicamento, empleada para tratar algún padecimiento.

**Diosgenina:** sustancia que se extrae de plantas como la "pata de elefante" y el barbasco. A partir de ella se sintetizan los anticonceptivos.



Figura 5.10 En 2006, la revista brasileña *Galileu* la enlistó como una de las 10 sustancias químicas más importantes y revolucionarias en la historia.

### Mario Molina Pasquel y Henríquez

¿Quién es Mario Molina? ¿Qué investigaciones ha hecho? ¿Qué saben del agujero en la capa de ozono? ¿Cómo es que sus investigaciones afectaban a la industria? ¿Es posible actuar responsablemente aún en contra de grandes y poderosas empresas transnacionales? ¿Qué acciones emprendió la SEMARNAT contra el uso de los clorofluorocarbonos?

### Luis Ernesto Miramontes Cárdenas

¿En qué fecha logró Luis Miramontes la síntesis mencionada? ¿Cómo era la sociedad en ese momento? ¿Cómo es que el logró de Miramontes cambió la vida de miles de personas en todo el mundo? ¿Por qué se dice que contribuyó a la liberación femenina? ¿Por qué no le dieron el crédito? ¿Con quienes colaboraba? ¿Qué hubieras hecho tú en caso de haber sido Luis Miramontes? ¿Por qué en México no le dieron el crédito debido? ¿Crees que es cierto que sea la principal contribución que México le ha dado al mundo? ¿Cómo se obtuvo el principio activo? ¿Cuál era la materia prima? ¿Qué otro país reemplazó a México como principal productor de esteroides?

#### ✓ FASE 3: DESARROLLO

Les hemos dado información para que inicien la planeación del proyecto; ésta junto con los conocimientos que adquirieron a lo largo del curso les será útil durante el desarrollo del mismo.

En equipo, elijan el tema que les gustaría investigar, acuerden el propósito y establezcan la metodología que seguirán; dividan el trabajo, elaboren un cronograma de las actividades y nombren a los responsables de cada una, y hagan productos parciales de su proyecto. Sistematicen la información de manera que les resulte fácil visualizarla y analizarla para obtener conclusiones a partir de ella. Recuerden que deben mencionar los resultados generales, si se lograron los objetivos del proyecto, la resolución del problema planteado y si se cumplió o no la hipótesis.

#### ✓ FASE 4: COMUNICACIÓN

Este tema tan apasionante puede ser presentado de diversas maneras; por ejemplo, monten una obra de teatro en la que traten los momentos importantes de la vida de alguno de los científicos; organicen la simulación de un ciclo de conferencias y presenten alguna de las investigaciones de ellos. También otras opciones son llevar a cabo entrevistas, elaborar historietas, presentar videos, elaborar trípticos, hacer encuestas en el grupo para ver quiénes desean ser los próximos grandes científicos mexicanos o para saber qué piensan en tu comunidad acerca de los trabajos de ellos, entre muchas otras actividades.

#### ✓ FASE 5: EVALUACIÓN

Para evaluar su participación en el proyecto, consulten la guía que se encuentra en la página 267.



#### Intem@te

Visiten estos sitios con información sobre Mario Molina:

Mario Molina, El Colegio Nacional: <http://www.redir.mx/SQCS-251a>

Calentamiento global: <http://www.redir.mx/SQCS-251b>

Conferencia: <http://www.redir.mx/SQCS-251c>

Cambio climático: <http://www.redir.mx/SQCS-251d>

En estas páginas hallarán información sobre Luis Ernesto Miramontes y el barbasco:

<http://www.redir.mx/SQCS-251e>

<http://www.redir.mx/SQCS-251f>

<http://www.redir.mx/SQCS-251g>

<http://www.redir.mx/SQCS-251h>

Proyecto **3** ¿Cuáles son los beneficios y riesgos del uso de fertilizantes y plaguicidas?

✓ FASE I: INICIO



Figura 5.11 El uso descontrolado de fertilizantes ocasiona que se filtren, disueltos en agua, hasta los mantos freáticos, contaminándolos.



Figura 5.12 Los plaguicidas son una solución para eliminar los organismos nocivos para los cultivos, pero también usarlos implica grandes desventajas.

Uno de los mayores desafíos para la ciencia y la tecnología es el mejoramiento y el aumento de las cosechas de vegetales comestibles. Una buena parte de la investigación química se dedica a este rubro. Sin embargo, no sólo se trata de desarrollar sustancias que optimicen los cultivos, sino de prever sus efectos en el organismo y en el ambiente.

Los **fertilizantes** son compuestos o mezclas que enriquecen el suelo para que las plantas se desarrollen mejor (figura 5.11). Proporcionan nutrientes como nitrógeno, fósforo y potasio. En la actualidad se utiliza gran cantidad de fertilizantes sintéticos, producidos a partir de petróleo, gas natural, **nafta**, carbón y aceite comestible. Los fertilizantes nitrogenados más utilizados son el amoníaco anhidro, el sulfato de amonio, el nitrato de amonio y la urea. Durante mucho tiempo los fertilizantes fueron usados de manera indiscriminada, lo que causó contaminación, principalmente del agua. También se afectó el ciclo del nitrógeno en los ecosistemas.

Por otra parte, los **plaguicidas** son sustancias químicas utilizadas para controlar, prevenir o destruir las plagas que dañan a las plantaciones (figura 5.12). La mayoría de los plaguicidas son sintéticos. Su producción se inició a partir de la Segunda Guerra Mundial.

Uno de los primeros plaguicidas fue el **DDT** (dicloro-difenil-tricloroetano), diseñado para combatir las plagas en la agricultura y los mosquitos transmisores de la malaria. Sin embargo, esta sustancia devino en un gran riesgo para la salud, el medio ambiente y la agricultura misma. Otro grave problema que se enfrenta es la resistencia de los insectos a los insecticidas, que en muchos casos se debe al abuso en su utilización.

Lean con atención la siguiente nota y coméntenla entre ustedes.

Los hombres, las mujeres y los niños que cosechan la fruta y la verdura con la cual nos alimentamos en México y en el extranjero son los más pobres de nuestro país y muchas veces ni siquiera comen lo que pizcan. Buena parte de ellos proviene de las montañas de Guerrero y cada año viajan a Sinaloa para trabajar en los campos de hortalizas de la agroindustria. Más de 25 000 personas emigran de Guerrero y, según cifras oficiales, más de un millón de jornaleros migran dentro del país y la gran mayoría trabaja en condiciones que violan las normas laborales. Además, esta la carencia de medicinas, de viviendas dignas y de escuelas. A los siete años los niños ya trabajan y del total de la población jornalera, 20 por ciento tiene menos de 14 años.

Fragmento adaptado de Tania Molina, "Migrar o morir evidencia el abuso laboral que padecen los jornaleros", en *La Jornada*, 2 de octubre de 2009, disponible en <http://www.jornada.unam.mx/2009/10/02/espectaculos/a12n1esp> (Consulta: 6 de julio de 2013)

Glosario

**Nafta:** fracción ligera del petróleo natural, obtenida en la destilación de la gasolina como una parte de esta.

**DDT:** plaguicida que se usó extensivamente en 1944, durante la Segunda Guerra Mundial, para combatir una epidemia de tifo en Italia. Después se utilizó contra la malaria. En 1946 se reportó que el DDT se almacena en los tejidos grasos e interfiere en la capacidad reproductiva de aves como el águila calva y el halcón peregrino.

✓ FASE 2: PLANEACIÓN

Ahora elijan la situación problemática que tienen la intención de resolver. Para ese propósito, les proponemos unas preguntas guía para comenzar el proyecto:

- ¿De qué manera cultivaban diferentes vegetales los pueblos en la antigüedad?
- ¿Cómo los han producido las diferentes culturas? ¿Cómo funcionan los fertilizantes?
- ¿Cómo es el proceso de producción de los fertilizantes? ¿De qué manera se puede reducir el impacto ambiental por el uso de fertilizantes y plaguicidas?
- ¿Cuáles son los principales tipos de plaguicidas?
- ¿Qué alternativas hay en el uso de fertilizantes y plaguicidas naturales?
- ¿Cómo elaborar fertilizantes y plaguicidas caseros?

En equipo elijan el tema que les gustaría investigar, planteen los objetivos, su hipótesis y la metodología que seguirán. Dividan el trabajo y acuerden cómo lo cumplirán. Hagan una planeación que incluya un cronograma, las actividades que llevarán a cabo, su justificación, los responsables de cada actividad y los materiales que utilizarán.

✓ FASE 3: DESARROLLO

Como han hecho con los proyectos anteriores, sistematicen la información; les sugerimos que elaboren un mapa conceptual o un diagrama para que tengan un panorama de lo que encontraron. Analicen los datos que obtuvieron y lleguen a conclusiones. Recuerden que en éstas deben expresar los resultados generales, el logro de los objetivos del proyecto, la resolución del problema planteado y si se cumplió o no la hipótesis.

No olviden incluir los contenidos del curso que utilizaron para resolver la situación problemática elegida por su equipo.

✓ FASE 4: COMUNICACIÓN

Este tema es muy importante, sobre todo porque la salud de los campesinos y miembros de su comunidad puede verse afectada por el uso indiscriminado de fertilizantes. ¡Ustedes poseen información que debe darse a conocer en la comunidad!

Les sugerimos que primero elaboren material para mostrar los problemas ocasionados por el uso de fertilizantes y plaguicidas, y después proporcionen alternativas reales; por ejemplo:

- ¿Qué hacer en caso de exposición prolongada a estos productos?
- ¿Cómo hacer composta?
- ¿Cómo construir huertos familiares?
- ¿Cómo se lleva a cabo la agricultura de conservación?



Intérn@te

Les sugerimos consultar estas fuentes de información útil:

Prácticas de utilización de plaguicidas en agricultores: <http://www.redir.mx/SQCS-253a>

Riesgos y estrategias en el uso de plaguicidas: <http://www.redir.mx/SQCS-253b>

Plaguicidas organoclorados: <http://www.redir.mx/SQCS-253c>

Uso de plaguicidas en dos zonas agrícolas de México y evaluación de la contaminación de agua y sedimentos: <http://www.redir.mx/SQCS-253d>

Efectos nocivos provocados por el uso de plaguicidas en la fauna silvestre de México y sus consecuencias ecológicas: <http://www.redir.mx/SQCS-253e>

www crea fertilizantes biológicos: <http://www.redir.mx/SQCS-253f>

Composta: <http://www.redir.mx/SQCS-253g>

La composta una alternativa para la producción de alimentos: <http://www.redir.mx/SQCS-253h>

Construyan un huerto en la escuela o elaboren composta.

¡No hay nada más extraordinario que cosechar y consumir lo que ustedes mismos producen!

✓ FASE 5: EVALUACIÓN

Para evaluar tu participación y la de sus compañeros en el proyecto, consulten la guía que se encuentra en la [página 267](#).

Proyecto **4** ¿De qué están hechos los cosméticos y cómo se elaboran?

✓ FASE 1: INICIO

Según el *Diccionario de la lengua española*, de la Real Academia Española de la Lengua, el término **cosmético** abarca todos aquellos productos y técnicas para prepararlos y aplicarlos, cuya finalidad es el embellecimiento del cuerpo humano. Cuando hablamos de cosméticos nos referimos a múltiples productos, como acondicionador, brillantina, bronceador, colorete, dermoprotector, esmalte, espuma hidratante, lápiz labial, barniz de uñas, etcétera (figura 5.13).

En nuestros días es muy popular el uso de la **toxina botulínica** como cosmético para eliminar las arrugas, ya que proporciona a la piel un aspecto más juvenil (figura 5.14). Una opción para este proyecto es investigar acerca del uso cosmético de esta toxina. Será también una oportunidad de mostrar una actitud crítica respecto a las necesidades que llevan a los seres humanos a consumir cosméticos.

Otra opción es elaborar algunos productos embellecedores, de la misma manera como lo hacían nuestros bisabuelos: betabel para pintarse las chapas, tortilla quemada o aceite de hueso de mamey como máscara para las pestañas, bicarbonato de sodio con limón como desodorante, sal y azúcar para lavarse los dientes, vinagre como suavizante para el cabello, fresas o pepinos machacados para la piel seca y adolorida, arcilla o lodo para abrir los poros de la piel y eliminar impurezas, y hierbas aromáticas para vaporizaciones faciales.

**Hagan una encuesta entre familiares y amigos. Búsquense en estas preguntas:**

- ¿Lees las instrucciones de la etiqueta de algún cosmético y, en especial, las precauciones y las advertencias?
- ¿Mantienes limpios y bien cerrados los envases de los cosméticos cuando no usas éstos?
- ¿Te lavas las manos antes de maquillarte?
- ¿Evitas compartir tu maquillaje?
- ¿Evitas agregar saliva o agua al maquillaje?



Figura 5.13 En la fabricación de polvos cosméticos se utilizan óxido de zinc y óxido de titanio.

Glosario

**Toxina botulínica:** sustancia muy venenosa producida por la bacteria *Clostridium botulinum*.



Figura 5.14 La aplicación de la toxina botulínica debe ser efectuado por un especialista, con el fin de evitar efectos indeseables.

- ¿Desechas el maquillaje si ha cambiado de color o de olor?
- ¿Guardas el maquillaje en lugares donde la temperatura es mayor a 29 °C?
- ¿Dejas de usar el producto si tienes una erupción u otro problema?
- ¿No usas aerosoles mientras fumas o cuando estás cerca de alguna llama, ya que sabes que puedes ocasionar un incendio?
- ¿Te maquillas mientras conduces tu automóvil?

Después de leer las respuestas de la encuesta, concluyan si los entrevistados asumen las precauciones que señalaron para mantener su piel sana.

✓ FASE 2: PLANEACIÓN

A continuación mencionamos algunas ideas para elegir la situación problemática:

- ¿Cómo se lleva a cabo el proceso de exfoliación de la piel, conocido como *peeling*? ¿Cuáles son sus riesgos? ¿Crees que las personas que se lo hacen los conocen?
- ¿Qué problemática entraña el uso de los filtros solares? ¿Cómo funcionan?
- ¿Cuál es el desarrollo histórico de la industria de los cosméticos? ¿Cómo se inventó la *cold cream*? ¿Por qué es la base para muchos cosméticos?
- ¿Cómo pueden preparar un cosmético? ¿Qué necesitan? ¿Qué harían si desean comercializarlo?
- ¿Qué es un cosmético? ¿Cuáles son las "buenas prácticas de fabricación de cosméticos"? ¿Los cosméticos que utilizan en tu familia fueron elaborados dentro del marco jurídico que regula la producción y comercialización de cosméticos, de belleza, aseo y servicios en México? Si no están dentro de este marco, ¿que riesgos hay que tener en cuenta?

Hemos dado información para que inicien la planeación del proyecto. En equipo elijan el tema que les gustaría investigar, los objetivos, su hipótesis y la metodología que seguirán, dividan el trabajo y pónganse a trabajar.

Si van a preparar un cosmético revisen lo relacionado con las "buenas prácticas de fabricación" les será útil y dará la certeza de que su producto no representa un riesgo para el consumidor.

✓ FASE 3: DESARROLLO

Como lo han hecho anteriormente, deben sistematizar la información. Les sugerimos elaborar algún organizador gráfico, como un mapa conceptual o un diagrama, para que tengan un panorama de lo que encontraron. Elaboren un planificador como el que se muestra en la siguiente tabla:

Actividades	Productos parciales	Materiales	Responsable	Fecha de entrega

Intérn@te

Consulten estas páginas de Internet; en ellas encontrarán información sobre cosméticos.

Botox: verdades y mentiras de una terapia antienvjecimiento: <http://www.redir.mx/SQCS-255a>

Cosmetología: <http://www.redir.mx/SQCS-255b>

Crema para las manos: <http://www.redir.mx/SQCS-255c>

Crema humectante para piel seca: <http://www.redir.mx/SQCS-255d>

¿Qué es la cosmética ecológica?: <http://www.redir.mx/SQCS-255e>

Cosméticos caseros: <http://www.redir.mx/SQCS-255f>

<http://www.redir.mx/SQCS-255g>

La verdad del maquillaje: <http://www.redir.mx/SQCS-255h>

Vitaminas en los cosméticos, ¿sirven de algo?: <http://www.redir.mx/SQCS-255i>



Figura 5.15 Pirámide de Palenque, Chiapas

Analicen la información y obtengan sus conclusiones. Hagan un informe en el que expresen los resultados generales, el logro de los objetivos del proyecto, la resolución del problema planteado y si se cumplió o no la hipótesis.

Preparen el material con el que presentarán sus resultados. No olviden incluir la bibliografía consultada.

✓ FASE 4: COMUNICACIÓN

Una opción es exhibir los cosméticos elaborados en este proyecto y los resultados de la investigación en una feria de la ciencia. Otra es elaborar un periódico mural o hacer un programa de televisión en el que presenten su producto y los beneficios que puede darle al consumidor.



Figura 5.16 Detalle del templo de la Serpiente Emplumada, Xochicalco, Morelos.

✓ FASE 5: EVALUACIÓN

Para evaluar tu participación y la de sus compañeros en el proyecto, consulten la guía que se encuentra en la página 267.

Proyecto **5** ¿Cuáles son las propiedades de algunos materiales que utilizaban las culturas mesoamericanas?

✓ FASE 1: INICIO

Probablemente han tenido la oportunidad de visitar algún sitio arqueológico de México y de maravillarse con esos imponentes monumentos del pasado. Tal vez se preguntaron cómo fue que se construyeron. Por ejemplo, las construcciones de Palenque, en el estado de Chiapas, se erigieron alrededor de los años 600 y 759, y en esa época no había ni bestias de carga ni materiales de construcción como los que ahora tenemos para construir las casas (figura 5.15).

Entonces ¿De qué están hechas las pirámides? ¿Cómo las construían? Los arqueólogos de ese sitio comentan que están elaboradas de piedra y estuco, una masa de cal que unía las piedras e incluso se utilizaba para cubrir las paredes para impermeabilizarlas.

En otros sitios como Teotihuacán en el Estado de México, para la construcción de las pirámides, se utilizaron adobe, tezontle, roca volcánica y tepetate, mientras que en los pavimentos se utilizó arcilla, cal, polvo de tezontle, mampostería de piedra y lodo.

En Xochicalco, que se ubica en el estado de Morelos, el conjunto habitacional fue construido con adobe y recubierto con estuco (figura 5.16). En Bonampak, el templo de las pinturas fue construido alrededor del año 790 y aún está recubierto de estuco y decorado con pinturas (figura 5.17). También se sabe que los olmecas fueron los primeros en utilizar chapopote, asfalto o betún, para el sellado de acueductos de basalto y para calafatear las embarcaciones.

Glosario

**Calafatear:** acción de sellar las uniones entre las maderas con estopa y brea para que no entre agua. La brea es parecida a la resina.

Otro ejemplo es el temazcal, un cuarto de pequeñas dimensiones con forma rectangular o redonda, con una cúpula, que era construido con adobe, piedra, ladrillo, barro y hierba, carrizo o ramas de sauce cubiertas por petates.

1. En equipo, lean la siguiente nota, coméntenla y respondan las preguntas.

Muros térmicos con desechos industriales

Con desechos industriales como materia prima, especialistas de la Universidad Autónoma de Baja California (UABC) desarrollaron una mezcla para elaborar bloques térmicos, los cuales son idóneos para construir viviendas de bajo costo en localidades con climas cálidos.

Al disminuir la transferencia de energía en forma de calor, estos bloques serían ideales para construir casas en ciudades como Mexicali, donde llegan a registrarse temperaturas superiores a los 50 °C y se gasta mucha electricidad en sistemas de ventilación, para mantener una habitación con una temperatura confortable”, señala el maestro en Arquitectura Gonzalo Bojórquez Morales.

El experto expuso que los bloques térmicos se elaboran con sílice y lodo de papel, residuos que obtuvieron de la planta geotermoeléctrica Cerro Prieto de la Comisión Federal de Electricidad y la Fábrica de Papel San Francisco. “La geotermoeléctrica genera 36 toneladas de desecho diariamente, de las cuales 67 por ciento es sílice, el otro componente es lodo de papel que conseguimos en una fábrica local, la cual produce 10 toneladas por día de este desperdicio”, continúa Bojórquez.

Además de los componentes mencionados, a la mezcla se añade cemento y cal, y posteriormente se le inyecta aire. La inyección de aire se lleva a cabo mediante burbujas de jabón y tiene como propósito darle a los bloques una mayor cualidad térmica. Explica el arquitecto: “Definimos el espesor de los bloques con base en cálculos térmicos y utilizando un programa diseñado en la propia universidad, el software se llama *DINAMIC*; de acuerdo con este programa el espesor ideal para los bloques debe ser de 12 centímetros”.

El desarrollo de estas piezas térmicas tiene un doble beneficio para el medio ambiente, pues no sólo se elaboran con desechos industriales, sino que favorecen el menor consumo de energía eléctrica, pues las viviendas construidas con este material necesitarían menos electricidad para ser enfriadas que las habitaciones convencionales.

“En Mexicali, por ejemplo, las condiciones climáticas en verano son críticas, la temperatura es muy elevada. Para lograr que una habitación construida con concreto baje su temperatura de 50 °C a 25 °C se necesitan alrededor de 4.9 kilowatts; en cambio una habitación con los bloques térmicos que diseñamos sólo requeriría de 2.97 kilowatts”, concluye Gonzalo Bojórquez.

Adaptación de “Muros térmicos con desechos industriales”, en *La Jornada en la ciencia* [en línea], s. t., disponible en <http://ciencias.jornada.com.mx/noticias/muros-termicos-con-desechos-industriales> (Consulta: 6 de julio de 2013).

Para Saber Más

El temazcal es un sitio para baños de vapor, de origen prehispánico. En él se introduce un recipiente con agua o una infusión de plantas medicinales con las que el gua temazcalero baña unas piedras que previamente fueron calentadas en una fogata; esto produce gran cantidad de vapor que puede ser manejado con ramas de plantas. Su uso puede ir desde el baño cotidiano al terapéutico en diversas comunidades del país.

Intérn@te

Estos sitios les serán de utilidad para su proyecto:

Tras los secretos mayas: <http://www.redir.mx/SQCS-257a>

Estuco de cal: <http://www.redir.mx/SQCS-257b>

Construyendo con adobe: <http://www.redir.mx/SQCS-257c>

La casa tradicional de adobe en Yecapixtla: <http://www.redir.mx/SQCS-257d>

Intérn@te

Encuentren más información para su proyecto en estas páginas electrónicas:

Construcción de vivienda económica en adobe estabilizado: <<http://www.redir.mx/SQCS-258a>>

Construcciones de adobe. Resistentes a los terremotos: <<http://www.redir.mx/SQCS-258b>>

Basalto: <<http://www.redir.mx/SQCS-258c>>

Las viviendas en el ámbito rural: <<http://www.redir.mx/SQCS-258d>>

2. Respondan las siguientes preguntas.

- ¿Por qué suponen que aumenta el costo de la energía eléctrica en este sitio?
- ¿Este material puede ser útil en la región dónde vives? ¿Por qué?
- ¿Qué harían para informar a tu comunidad de estos nuevos materiales?

FASE 2: PLANEACIÓN

El proyecto que les proponemos consiste en investigar las propiedades de algunos materiales que utilizaban las culturas mesoamericanas, así como identificar los que se siguen utilizando y buscar las transformaciones que han sufrido para mejorarlos.

A continuación les damos algunas ideas para elegir la situación problemática, pero ustedes ya saben que pueden elegir alguna otra idea acerca de este tema:

- ¿Qué es el estuco? ¿Cómo lo preparaban las diferentes culturas mesoamericanas? ¿Qué propiedades fisicoquímicas tiene? ¿Se sigue utilizando? ¿Cómo se prepara actualmente? ¿Ocasiona algún impacto negativo al medio ambiente?
- ¿Cómo se elabora el adobe? (Figura 5.18) ¿Qué propiedades tiene? ¿Se sigue utilizando? ¿Cuáles son las ventajas de su uso? ¿Qué recomendaciones existen para su uso en las zonas sísmicas de nuestro país? ¿Qué materiales lo hacen más resistente? ¿Cómo se elabora en nuestros días? ¿Hay algún cambio en su elaboración respecto a cómo se hacía en la época prehispánica? ¿En qué consiste ese cambio? ¿Ocasiona algún impacto negativo al medio ambiente?
- ¿Para qué se utilizó el barro? ¿Qué propiedades tiene? ¿Cómo se elabora hoy? ¿Ha cambiado su elaboración desde la época prehispánica? ¿En qué consiste ese cambio? ¿Qué materiales se le agregan para hacerlo más resistente? ¿Cuáles son las recomendaciones para su uso? ¿Ocasiona algún impacto en el ambiente?



Figura 5.18 Pared construida con bloques de adobe

En equipo elijan el tema que les gustaría investigar, planteen los objetivos, su hipótesis y la metodología que seguirán, dividan el trabajo y pónganse a trabajar.

Sería interesante que a la par que hacen su investigación elaboraran materiales de construcción (en pequeño) y con ellos hicieran una maqueta.

No olviden revisar las recomendaciones de los expertos en cuanto a la posición de la casa para que se conserve fresca o tibia, dependiendo de las condiciones climáticas de tu comunidad. También revisen los materiales que actualmente se utilizan para reforzarlas, así pueden sorprender a sus compañeros, familia y comunidad.

Muestren cómo una casa construida sin esos refuerzos puede destruirse en caso de sismo, pero puede resistir sin problemas si se reviste y se tienen en cuenta las recomendaciones dadas. ¿Se imaginan cuántas vidas se pueden salvar?

FASE 3: DESARROLLO

Como lo han hecho antes, sistematicen su información. Sugerimos que elaboren algún organizador gráfico, como un mapa conceptual o un diagrama, para que tengan una idea general de lo que encontraron. Analicen la información y obtengan sus conclusiones.

Elaboren un planificador que incluya las actividades que harán, los nombres de los responsables, las fechas de entrega, los productos parciales y los materiales que requerirán. Hagan un informe en el que expresen los resultados generales, y si se lograron los objetivos del proyecto y la resolución del problema planteado.

FASE 4: COMUNICACIÓN

Si elaboran maquetas, la forma ideal para presentarlas a la comunidad sería en una Feria de las Ciencias. Les recomendamos que inviten a su familia y amigos para que ellos admiren sus trabajos y lleven las ideas generadas a sus respectivos hogares. Recuerden que este proyecto es una oportunidad ideal para hacer conciencia sobre la reducción de riesgos en su comunidad al construir casas más seguras y utilizar los materiales de la región que resultan más económicos. Preparen el material con el que presentarán sus resultados.

FASE 5: EVALUACIÓN

Evalúen su trabajo como lo han hecho en los proyectos anteriores. Consulten la guía que se encuentra en la página 267.

Proyecto 6 ¿Cuál es el uso de la química en diferentes expresiones artísticas?

En este proyecto presentaremos un campo en el que la química es necesaria para que se lleven a cabo sus actividades: el arte (figura 5.19).

Lean el texto y después coméntenlo.

Eduardo encuentra una noticia en el periódico, se trata de un taller que impartió el Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH) a niños de primaria para explicar el trabajo que hacen los restauradores.



Figura 5.19 Los artistas, como los pintores (a) y los escultores, (b) requieren materiales con propiedades físicas y químicas específicas.

Glosario

**Restauradores:** persona que repara, recupera o recobra las obras de arte y las deja en el estado que antes tenían.

Intérn@te

Busquen información interesante en estos sitios:

La grana cochinilla: un pigmento versátil: <http://www.redir.mx/SQCS-260a>

Grana cochinilla, pigmento de alto valor: <http://www.redir.mx/SQCS-260b>

La conservación del arte contemporáneo: <http://www.redir.mx/SQCS-260c>

La importancia de la materia en la conservación y restauración de bienes culturales: <http://www.redir.mx/SQCS-260d>

La química y el arte: ¿Cómo mantener el vínculo?: <http://www.redir.mx/SQCS-260e>

Influencia de la química en el arte pictórico: <http://www.redir.mx/SQCS-260f>

Revista Internacional de Conservación, Restauración y Museología, págs. 23-32: <http://www.redir.mx/SQCS-260g>

Ahí, un especialista explicó a los niños lo siguiente: "Las pinturas dañadas son como pacientes que pasan por un tratamiento; se les manda a hacer radiografías para determinar los daños que tienen, y ya conjuntamente con un químico o un biólogo se llega a un diagnóstico para dar paso a su tratamiento".

Eduardo pregunta a sus padres: ¿qué tiene que ver el químico con la restauración de las pinturas?

Adaptación de "Acercan a niños a la conservación del patrimonio", en Conaculta-INAH [en línea], 14 de diciembre de 2010, disponible en <http://www.inah.gob.mx/boletines/5-actividades-culturales/4768-acercan-a-ninos-a-la-restauracion-del-patrimonio> (Consulta: 5 de julio de 2013).

Efectivamente, la química es una ciencia que se relaciona con lo que nos rodea y para donde volteen lo pueden ver. Por ejemplo: cuando pintan su cuarto, la brocha, la pintura y la pared que van a pintar tienen relación con ella; la goma, la pluma, los lápices de colores, la caja donde los guardan, incluso el sacapuntas, están elaborados con materiales que involucran a la química; y qué decir de los cosméticos, la gasolina y las llantas para los autos, y las bolsas de plástico donde colocan todo lo que compran.

Desde el pasado el ser humano se ha expresado por medio del arte, un ejemplo son las pinturas rupestres que fueron elaboradas con pigmentos inorgánicos como los óxidos de hierro de tonos rojizos, el carbón de color negro y el dióxido de manganeso de color café oscuro. Con su estudio se puede conocer la cultura a la que pertenecían los pigmentos.

En México, en el Laboratorio de Diagnóstico de Obras de Arte del Instituto de Investigaciones Estéticas (IIE) de la UNAM, labora un equipo multidisciplinario de físicos, químicos, historiadores de arte, fotógrafos y conservadores, que analizan las pinturas con diversas técnicas, entre la que destacan las microscopías óptica y electrónica. Con ello se busca entender de qué están hechas las pinturas: el soporte y los pigmentos, para determinar su época, su autor y los materiales idóneos para restaurar las obras que lo requieren.

¿Se imaginan si un restaurador que tuviera que trabajar con *La Gioconda* no supiera cómo están elaboradas las pinturas que se utilizaron y pusiera un disolvente que no corresponde o una tinta diferente? ¿Qué le pasaría a la pintura? ¿Cuál sería la suerte del restaurador? ¿Sabían que sucedió a finales de 2013 con la escultura popularmente conocida como "El caballito", hecha en 1790 por Manuel Tolsá?

Lean el siguiente texto. Es un fragmento de lo que la doctora Miren Itxaso Maguregui desea que sus alumnos sepan al terminar la asignatura que imparte en la carrera de Conservación y Restauración de Bienes Culturales, en España.

¿Qué me gustaría conseguir con los alumnos al final del tema?

—Conseguir que los alumnos comprendan y asimilen el interés y la importancia que tiene el estudio de la estructura de los materiales habitualmente empleados en la práctica de la conservación y restauración.

—Que los alumnos entiendan, que aún sin ser conscientes de ello, en su práctica profesional habitual se verifican constantemente fenómenos ligados a las propiedades fisicoquímicas de la materia y que el conocimiento de la materia y de las leyes que rigen su comportamiento les puede servir de gran ayuda en la toma de decisiones a la hora de intervenir en una obra o a la hora de elegir los materiales y procedimientos más adecuados.

—La actividad de un conservador-restaurador gira en torno a la naturaleza del material de la obra de arte (figura 5.20). El desconocimiento de la materia limita en gran medida la capacidad de análisis crítico y de decisión de dicho profesional, obligándole a comportarse como mero reproductor de soluciones memorizadas, que no llega a comprenderlas y que pueden no ser las más adecuadas en todos los casos.

—Al final de este tema me gustaría que los alumnos tomaran conciencia de que en su práctica profesional se emplean tanto sustancias puras como mezclas, que éstas sustancias pueden ser de origen orgánico o inorgánico, y que cada una de ellas manifiesta propiedades físico químicas particulares (que condicionan su aplicabilidad y usos en la conservación y restauración) según sea su naturaleza.

Miren Itxaso Maguregui Olabarria, *La importancia de la materia en la conservación y restauración de bienes culturales*, Vizcaya, Universidad del País Vasco (Cuaderno del Alumno), junio de 2011, p. 11, disponible en <https://addi.ehu.es/bitstream/10810/6622/1/maguregi-11-2011-ik.pdf>, fecha de consulta: 5 de julio de 2013.



Figura 5.20 La labor de los restauradores de obras de arte, como pinturas (a) y frisos y estelas (b), es ardua y se vale de múltiples materiales.

Creemos que ahora ya tienen elementos para elegir la situación problemática que desean resolver, y que será el tema de su proyecto.

FASE 2: PLANEACIÓN

Algunas ideas para elegir la situación problemática son las siguientes:

- ¿Cuáles son los procesos de elaboración de pigmentos y colorantes? ¿En qué culturas se han utilizado? ¿Cuál es el impacto ambiental de usarlos y producirlos? ¿De dónde se obtienen los pigmentos? ¿Cuáles son sus propiedades y su composición? ¿Para qué se utilizaban? ¿Quiénes los descubrieron? ¿Cómo los producían? ¿Qué características tienen las pinturas ecológicas? Comenten su historia y valor.
- ¿Cuáles fueron los materiales que se utilizaron a lo largo de la historia de la humanidad para pintar? ¿Son diferentes a los que actualmente se usan? ¿Será esto importante para los que restauran las obras de arte contemporáneo y antiguo? ¿Qué necesita saber un restaurador? ¿Qué riesgos puede haber si un restaurador desconoce la naturaleza material de la obra sobre la que va a intervenir?

Glosario

**Pigmento:** materia colorante que se usa para fabricar pintura.

**Colorante:** sustancia que se emplea para teñir y cambiar el color original de algún material. Puede ser de origen natural o artificial.



Figura 5.21 El petróleo crudo se extrae de pozos petroleros que en la mayoría de los casos están en los océanos.

- ¿La actividad científica es diferente de la actividad artística? ¿En qué son diferentes? ¿En qué son semejantes?

Con la información que de les ha dado en la introducción de este proyecto y la que ustedes investiguen, inicien la planeación del proyecto. En equipo elijan el tema que les gustaría investigar y planteen los objetivos, su hipótesis y la metodología que seguirán; dividan el trabajo y pónganse a trabajar.

✓ FASE 3: DESARROLLO

Como lo han hecho con otros proyectos, organicen la información que encontraron y elaboren un planificador que contenga una lista de tareas y el cronograma.

✓ FASE 4: COMUNICACIÓN

Este tema resulta muy interesante, porque da una perspectiva diferente de la química en lo cotidiano. Tal vez en algún momento del curso se preguntaron para qué servían todos los conocimientos que aprendieron y ahora ya lo están viendo. La química es útil en todo lo que hacemos. ¡Éste es un buen momento para que les digan a sus compañeros de escuela la importancia de su estudio!

Presenten el resultado de sus trabajos en un foro para que los compañeros que todavía no cursan esta asignatura sepan de ella. Elaboren un tríptico con información y repártanlo, o utilicen un periódico mural.

✓ FASE 5: EVALUACIÓN

Para evaluar su desempeño durante el proyecto, consulten la guía que se encuentra en la página 267.

Proyecto **7** ¿Puedo dejar de utilizar los derivados del petróleo y sustituirlos por otros compuestos?

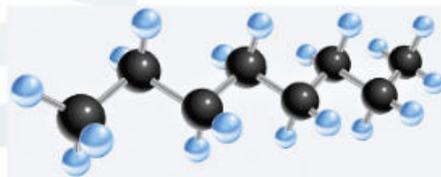


Figura 5.22 La estructura general de los hidrocarburos del petróleo es en forma de cadena de átomos de carbono a la que se unen hidrógenos. En la imagen se ve la estructura del octano, uno de estos compuestos.

✓ FASE 1: INICIO

El petróleo es un producto natural no renovable (figura 5.21). Es una mezcla formada por miles de hidrocarburos diferentes. Los hidrocarburos son compuestos orgánicos formados principalmente por carbono e hidrógeno. Contiene además un porcentaje muy bajo de azufre, oxígeno y nitrógeno. En estado líquido se denomina petróleo **crudo** y por lo común se encuentra asociado a un grupo de hidrocarburos en estado gaseoso conocido como **gas natural**. La cadena de hidrocarburos puede encontrarse abierta o cerrada (figura 5.22).

Durante mucho tiempo los combustibles fósiles han constituido la fuente de energía para gran diversidad de actividades humanas, por lo que han sido objeto de múltiples investigaciones (figura 5.23). El uso intensivo de los combustibles fósiles ha ocasionado que empiecen a agotarse y que incluso haya guerras a causa de ellos. Sin embargo, uno de los problemas más graves es el deterioro ambiental generado por su utilización indiscriminada.



Figura 5.23 Los ingenieros petroquímicos hacen pruebas de las fracciones del petróleo.

Es importante decidir si se dejan de usar los derivados del petróleo y se sustituyen por otros compuestos, dada la importancia de preservar los recursos naturales, controlar la contaminación y acatar los planteamientos de la Organización de las Naciones Unidas (onu) respecto a una civilización sustentable.

✓ FASE 2: PLANEACIÓN

Una opción para delimitar el problema de estudio es discutir colectivamente algunas ideas sobre del tema del proyecto.

1. Respondan el siguiente cuestionario en equipo, pero consideren sólo la información que cada uno de ustedes conozca. Elaboren un documento en el que sinteticen las respuestas del grupo.
  - ¿De dónde se obtiene el petróleo? ¿Para qué se usa?
  - ¿Cuál es la materia prima con la que se fabrican estos materiales: gasolina, aceite, lubricante (figura 5.24), polímero, caucho vulcanizado, plástico, detergente, abono, insecticidas, plaguicidas, fibras sintéticas, medicamentos?
  - ¿Por qué el uso de productos derivados del petróleo ocasiona la lluvia ácida, el efecto invernadero y el calentamiento global?
  - ¿Alguna vez han escuchado hablar de accidentes ocasionados por la industria química? ¿Cuáles? ¿Cómo ocurrieron?
  - ¿Qué es el desarrollo sostenible o sustentable?



Figura 5.24 Los aceites lubricantes para auto son un grave contaminante cuando se desechan al drenaje.

Otra manera de comenzar el planteamiento del problema que investigarán se lleva a cabo a partir de la búsqueda de noticias y artículos en periódicos y revistas que traten de temas como los biocombustibles y la materia prima para producirlos. Otra opción es investigar algunas iniciativas desarrolladas en nuestro país en esas áreas o, bien, el problema en torno a la extracción del petróleo en México.

2. Como un apoyo para su investigación bibliográfica y para desarrollar ideas que les ayuden a cumplir el objetivo del proyecto, les sugerimos considerar los siguientes aspectos:
  - Mencionen los productos elaborados por alguna o algunas de las siguientes Industrias y las características de ellos: textil, del caucho, de envases, embalajes, alimentaria y farmacéutica, que usen como materia prima hidrocarburos obtenidos del petróleo.

## Intérn@te

Les sugerimos consultar estas fuentes de información.

Química y arte:  
<http://www.redir.mx/SQCS-264a>

Química verde: principios:  
<http://www.redir.mx/SQCS-264b>

Plásticos degradables:  
<http://www.redir.mx/SQCS-264c>

Los petroquímicos y las necesidades primarias del hombre:  
<http://www.redir.mx/SQCS-264d>

Biocombustibles: desarrollo histórico-tecnológico:  
<http://www.redir.mx/SQCS-264e>

- Investiguen tomando como punto de partida el crudo y el gas natural obtenidos en los depósitos de petróleo: ¿cuáles son las etapas del desarrollo petroquímico?
- La inmensa variedad de productos terminados de la industria petroquímica se clasifica en los siguientes grupos: plásticos, fibras sintéticas, caucho sintético y elastómeros, detergentes y abonos nitrogenados. Busquen el significado de cada uno de estos términos y escriban los productos que con ellos se elaboran.
- México es un país productor de petróleo, ¿cuál es el estado con mayor industria petroquímica?
- Mencionen al menos cinco productos derivados del petróleo que sean una fuente de contaminación ambiental o un paradigma del agotamiento de recursos naturales no renovables. Investiguen además si hay opción de sustituir esos productos por otro tipo de compuestos que no generen los mismos problemas. Consulten las propuestas de instituciones que hayan adoptado los doce principios de la química verde como filosofía de trabajo e investigación.
- Investiguen y analicen las causas de accidentes que hayan ocurrido debido a la actividad química en México y en el mundo.
- Mencionen y analicen acuerdos y actividades respecto a legislaciones ambientales promulgados tanto en México como en el extranjero, que apoyen la propuesta de la ONU acerca de lograr una civilización sustentable; por ejemplo: Protocolo de Montreal, Protocolo de Kioto, Declaración de Río. (Consulten la página electrónica de la ONU: <http://www.un.org/Depts/dhl/spanish/resguids/specenvsp.htm>.)

3. Seleccionen ahora, en equipo, el tema que les gustaría desarrollar y plantéenlo en forma de pregunta. Éste será el problema que deberán resolver mediante su proyecto.
4. Con base en el tema y el problema, definan el objetivo de su proyecto. Incluyan un planteamiento breve en el que mencionen qué meta pretenden alcanzar respecto al problema planteado.

Antes de decidirse los invitamos a leer el siguiente texto.

### El petróleo y la química verde

El petróleo es una de las mezclas líquidas con mayor número de aplicaciones industriales. Se halla atrapado dentro de los poros de ciertas formaciones geológicas, sometido a la presión del gas natural. Para extraerlo, se perfora un pozo y la presión del gas natural hace que el crudo fluya al exterior a través de tuberías que lo conducen a las plantas de refinación.

El valor principal del petróleo crudo está determinado por la cantidad de hidrocarburos ligeros que contenga —es decir, hidrocarburos con menor número de carbonos en su estructura, y por lo tanto, de bajo peso molecular—, ya que ésta es la fracción de la que se extraen las gasolinas y otros productos de la industria petroquímica primaria. Sin embargo, las fracciones pesadas se transforman en fracciones ligeras al ser sometidas a procesos de craqueo y de hidrogenación catalítica.

Sin embargo, para poder utilizarlo es necesario, primero, separar el agua, los residuos sólidos y el gas natural; y después, someterlo a un proceso de destilación fraccionada para separar los diferentes grupos de hidrocarburos que lo conforman, es decir, refinarlo. (En el bloque II estudiaron que la destilación es un proceso de separación y purificación de mezclas).

El uso del petróleo como fuente de productos químicos se ha desarrollado en las últimas cinco décadas (figura 5.25). Algunos de los factores que contribuyeron al surgimiento de la industria petroquímica fueron los siguientes.

- La necesidad de encontrar materias primas de bajo precio y calidad uniforme para producir materiales sintéticos que complementaran la oferta de los materiales naturales.
- El nuevo conocimiento acerca de las características de los hidrocarburos y sus reacciones químicas.
- El desencadenamiento de la Segunda Guerra Mundial, que obligó a Estados Unidos de América a emprender un programa gigantesco de fabricación de hule sintético.

El crudo es la materia prima de la industria petroquímica, y su precio internacional determina el de los productos intermedios y de consumo final.

Muchos de los problemas de la humanidad se han resuelto gracias a la aplicación de la ciencia, particularmente de la industria química. Ésta produce una gran cantidad de artículos que mejoran nuestras vidas y de los cuales dependemos, pero también ha ocasionado graves problemas de contaminación y otros como el agotamiento de recursos naturales no renovables.

Ante tal situación, y después de la promulgación de diversas leyes de protección ambiental, surgió la propuesta de la química verde, también llamada **química sustentable** o **sostenible**. Se trata de una perspectiva beneficiosa para el medio ambiente, con el interés de diseñar productos y procesos químicos que reduzcan o eliminen el uso y la producción de sustancias peligrosas.

La química verde se rige por doce principios que puedes consultar en Internet o en libros acerca de la contaminación.

Una vez leído el texto, comenten los aspectos que a cada uno le hayan parecido más interesantes; básense en el cuestionario inicial y en lo que ustedes saben al respecto. Hagan las notas que les parezcan importantes en su bitácora de proyectos. Nombren a un moderador para la discusión y a un secretario que registre los aspectos generales del debate.



Figura 5.25 El desarrollo tecnológico brinda muchas ventajas, pero también hay que valorar el impacto ambiental.

✓ FASE 3: DESARROLLO



Figura 5.26 Uno de los problemas que acarrea la vida moderna es que muchos productos se venden en empaques (a), o con materiales de relleno (b) que no son biodegradables.

a) Para llevar a cabo su proyecto busquen una manera para sustituir algunos de los productos derivados del petróleo. Por ejemplo, partan de la problemática de que el proceso de empaqueo comercial depende prácticamente en su totalidad de materiales plásticos derivados del petróleo, que son desechados sin ninguna utilidad posterior y sin asimilarse rápidamente al medio ambiente.

Los alimentos, la ropa, los medicamentos, los muebles, las computadoras, los materiales de limpieza, las publicaciones y otros artículos se empaquen de diferentes maneras. La función principal del empaque es proteger su contenido contra daños y, a menudo, en el empaque final se incorporan diversos tipos de materiales de embalaje para asegurar la transportación del producto.

b) El problema con el material de empaque radica en que está diseñado para ser desechado una vez que el producto que contiene se usa, lo que incrementa la cantidad de desechos sólidos que día con día se acumulan en el planeta.

A pesar de que la mayoría de los empaques no son tóxicos para el ambiente, debe considerarse la posibilidad de su rediseño para que se degraden en menos tiempo (figura 5.26).

Si un material de empaque se descompone rápidamente se reciclará de manera natural; por esta razón algunas compañías están diseñando plásticos que se descomponen por la acción de microbios (biodegradación) o la luz (fotodegradación), con los cuales se elaborarán productos inofensivos.

La capacidad de biodegradación es una característica necesaria en los materiales de empaque. Esta propiedad indica la facilidad con que los microorganismos y otros procesos naturales descomponen estos materiales en sus componentes químicos básicos. El tiempo requerido para este proceso varía desde breves periodos hasta lapsos muy largos.

Por otra parte, los **catalizadores** biológicos, llamados **enzimas**, aceleran el proceso (éstas controlan casi todos los procesos metabólicos de los seres vivos). Sin embargo, es poco probable que en la naturaleza se encuentren enzimas que afecten los nuevos materiales sintéticos. Los plásticos y los demás polímeros a menudo permanecen durante décadas en los vertederos de basura, ya que no hay sustancias naturales capaces de descomponerlos.

✓ FASE 4: COMUNICACIÓN

Utilicen el medio de su preferencia para la divulgación de su proyecto. No olviden considerar alguna forma sencilla y económica de transmitir la información a su comunidad; por ejemplo, un tríptico, un cartel, un periódico mural o una feria de las ciencias. Una vez terminada la presentación de los resultados, comenten los beneficios de este trabajo para ustedes y su comunidad. Por último, identifiquen después de desarrollar su proyecto, si hubo cambios en las actitudes y la manera de pensar de ustedes y del público al que se dirigieron.

Glosario

**Catalizador:** material que actúa sobre la velocidad de una reacción, sin sufrir cambio químico alguno.

✓ FASE 5: EVALUACIÓN

Para completar el proyecto elegido es muy importante la evaluación, ya que ésta les indicará si los propósitos planteados se cumplieron; si la planificación fue la adecuada y si su proceder fue mejorando conforme avanzaban en la elaboración del proyecto. Es importante mencionar que la evaluación cobra sentido cuando se dan cuenta de sus errores y hacen lo posible por mejorarlos.

En el cuadro 5.1 les presentamos algunos ejemplos de preguntas para autoevaluarse, sin importar el tipo de proyecto que hayan elegido. Procuren responderlas con honestidad.

Cuadro 5.1 Guía para evaluar los proyectos

Preguntas	¿Sí o no?	¿En qué evidencias nos basamos para saberlo?	¿Cómo mejoraríamos?
¿Planteamos una situación problemática de nuestro interés para la elaboración de nuestro proyecto?			
Con base en la situación problemática, ¿planteamos premisas, supuestos y alternativas de solución?			
Con la finalidad de dar seguimiento al proyecto ¿planteamos la mejor estrategia en equipo? ¿Los planificadores fueron adecuados?			
¿Seleccionamos la información más conveniente para nuestro proyecto, la organizamos y la utilizamos a lo largo del proceso?			
¿Aplicamos algunos de los fundamentos básicos que aprendimos a lo largo del este curso?			
¿Logramos explicar los procesos químicos que se relacionan con la transformación de materiales y la obtención de productos químicos?			
¿Conocimos y presentamos a la comunidad los productos de nuestros proyectos?			
¿Argumentamos las implicaciones sociales de nuestros resultados?			
¿Comunicamos con lenguaje químico y de manera eficiente los resultados de nuestra investigación científica?			
¿Evaluamos la efectividad, durabilidad y beneficio social de los productos elaborados?			
¿Evaluamos los aciertos y las debilidades del proceso que seguimos durante el proyecto?			
¿Observamos un avance en nuestro proceder durante el trabajo en equipo desde el proyecto del bloque I hasta el proyecto que cierra nuestro curso?			

Reactivo

1

Instrucciones

- a. Lee atentamente los siguientes textos y responde en tu cuaderno las preguntas. Después, con la guía del profesor, discútelas con tus compañeros aportando argumentos científicos.



Producción de hilo blanco

El hilo se puede definir como un conjunto de hebras largas que se unen para incrementar la resistencia y la fuerza. Se utiliza para producir textiles, ya sean de fibras naturales o artificiales.

Las fibras naturales como el algodón no son blancas. Los tejidos crudos, especialmente las fibras concentradas, contienen casi siempre suciedad que no es removida completamente por los procesos de lavado, por lo que la blancura de estos materiales es mejorada mediante procesos químicos.

La mayoría de las empresas que realizan el proceso de blanqueo utilizan el peróxido de hidrógeno ( $H_2O_2$ ), como el principal agente blanqueador, aunque también utilizan hipoclorito de sodio ( $NaClO$ ) o clorito de sodio ( $NaClO_2$ ).

El poder oxidante de estas sustancias bajo condiciones normales depende mucho del pH y de la temperatura. En el caso del  $H_2O_2$ , éste puede ser empleado en frío o en caliente, ofreciendo además ventajas técnicas y ecológicas sobre el  $NaClO$  y el  $NaClO_2$ . Por ejemplo, el uso de  $H_2O_2$  produce sólo agua y oxígeno durante la reacción de blanqueo.

El agente blanqueador de reducción que más se usa es el tetratiónato de sodio ( $Na_2S_2O_4$ ) y el dióxido de tiourea ( $CH_4N_2O_2S$ ). El empleo de estos agentes requiere sustancias auxiliares, entre las que se incluyen activadores, estabilizadores, soluciones amortiguadoras y surfactantes, los cuales controlan el proceso de blanqueo para evitar daños en el tejido crudo tratado y mejorar la absorbencia.

Preguntas

1. Para teñir un hilo de fibra natural en color rojo, ¿se necesita blanquearlo primero? Argumenta tu respuesta y discútelas con tu profesor.
2. A tu juicio, ¿cómo se mitiga el maltrato que sufre una fibra textil blanqueada con  $H_2O_2$ ?
3. ¿En qué condiciones una industria textil que utiliza un proceso de blanqueo no basada en  $H_2O_2$  es considerada limpia y sustentable? Argumenta tu respuesta y discútelas con tu profesor.

Reactivo

2

Instrucciones

- a. Lee con atención el siguiente texto.
- b. A continuación contesta en tu cuaderno las preguntas que aparecen después.

El ácido láctico

El ácido láctico y sus derivados, como sales y ésteres, son ampliamente utilizados en la industria alimentaria, química, farmacéutica, del plástico, textil, así como en la agricultura, la alimentación animal, entre otros. En la industria alimentaria se usa como acidulante y conservante. Las industrias químicas lo utilizan como solubilizador y como agente controlador de pH. En la producción de pinturas y resinas, se puede utilizar como disolvente biodegradable. En la industria de plásticos es utilizado como precursor del ácido poliláctico (PLA), un polímero biodegradable con interesantes usos en la industria y la medicina; se considera ésta la principal aplicación del ácido y la causa por la cual ha aumentado considerablemente su demanda.



En el ser humano, el ácido láctico se produce principalmente en las células musculares y en los glóbulos rojos. Dicho ácido se forma cuando el cuerpo descompone carbohidratos para utilizarlos como energía durante momentos de niveles bajos de oxígeno, por ejemplo, durante el ejercicio intenso o si la persona tiene una infección o una enfermedad.

El ácido láctico es en realidad un combustible, no un producto de desecho. Los músculos lo producen deliberadamente, a partir de la glucosa, y lo queman para obtener energía. La razón de que los atletas pueden esforzarse tan fuertemente y durante tanto tiempo es que la práctica hace que sus músculos absorban más eficientemente el ácido láctico.

Las células musculares convierten la glucosa en glucógeno o ácido láctico. Éste es absorbido y utilizado como combustible por las mitocondrias, "las fábricas de energía" de las células. Las mitocondrias, incluso, tienen una proteína especial para transportarlo a su interior. Los atletas describen la sensación de que sus músculos "se queman" cuando el esfuerzo es extremo. Cuando el ácido láctico es producido, el ion de hidrógeno es producido; cuando el ácido láctico sale de la célula, los iones de hidrógeno salen de la célula junto con él. Por lo tanto, el ácido láctico no es la causa de la fatiga muscular, pero está directamente relacionado con la acidez que se cree que es la verdadera causa de ella.

Preguntas

1. En un entrenamiento intenso se puede duplicar la masa de las mitocondrias y hacer que éstas quemen más ácido láctico. Elige una explicación de este proceso y justifica tu elección.
  - a) Porque los músculos trabajan con menor esfuerzo y durante más tiempo.
  - b) Porque los músculos trabajan con mayor esfuerzo y durante menos tiempo.
  - c) Porque los músculos trabajan con menor esfuerzo y durante menos tiempo.
  - d) Porque los músculos trabajan con mayor esfuerzo y durante más tiempo.
2. En los atletas, la sensación de que sus músculos "se queman" es realmente un mecanismo de defensa contra el daño al músculo. ¿Cómo explicas esto?
3. ¿Qué reacciones se aprecian cuando no se libera rápidamente el ácido láctico en los músculos? Escribe un argumento que sustente tu respuesta.
  - a) Dolor y fatiga.
  - b) Fatiga y sed.
  - c) Cansancio y reducción del músculo.
  - d) Dolor y reducción de masa muscular.

## Bibliografía recomendada para estudiantes

- Beltrán, Faustina, *La culpa es de las moléculas*, México, SEP/Lumen, 2006 (Colección Espejo de Urania).
- Callan, Jim, *Sorpréndete con los grandes científicos*, México, SEP/Limusa-Wiley, 2005 (Colección Astrolabio).
- Chamizo Alberro, Rodrigo y José Antonio Chamizo Guerrero, *La casa química*, México, SEP/ADN, 2001. (Colección Astrolabio).
- Emsley, John, *Moléculas en una exposición*, México, SEP/ Península, 2005 (Colección Espejo de Urania).
- Flores, Maricela y Antonia Martín M., *Dos ciencias que estudian mi mundo*, México, SEP/Santillana, 2002.
- \_\_\_\_\_, *La materia*, México, SEP/Santillana, 2002 (Colección Espejo de Urania).
- \_\_\_\_\_, *Relación entre materia y energía*, México, SEP/Santillana, 2002 (Colección Espejo de Urania).
- \_\_\_\_\_, *Química industrial*, México, SEP/Santillana, 2002 (Colección Espejo de Urania).
- García, Horacio, *Del átomo al hombre*, México, SEP/Santillana, 2002 (Colección Espejo de Urania).
- \_\_\_\_\_, *El alquimista errante: Paracelso*, México, SEP/Pangea Editores, 2001 (Colección Espejo de Urania).
- \_\_\_\_\_, *El universo de la química*, México, SEP/Santillana, 2002 (Colección Espejo de Urania).
- \_\_\_\_\_, *La naturaleza discontinua de la materia*, México, SEP/Santillana, 2002 (Colección Espejo de Urania).
- García Sainz, José María, *Las manifestaciones de la materia*, México, SEP/Santillana, 2002 (Colección Espejo de Urania).
- \_\_\_\_\_, *Química industrial*, México, SEP/Santillana, 2002 (Colección Espejo de Urania).
- Hoffman, Roald y Vivian Torrence, *Química imaginada. Reflexiones sobre la ciencia*, México, SEP/FCE, 2006 (Colección Espejo de Urania).
- Llansana, Jordi, *Atlas básico de física y química*, México, SEP/Parramón, 2004 (Colección Espejo de Urania).
- Martínez Vázquez, Ana, *Materiales hechiceros*, México, SEP/Santillana, 2004 (Colección Espejo de Urania).
- Mendinueta, Lauren, *Marie Curie, dos veces Nobel*, México, SEP/Ed. Panamericana, 2005 (Colección Espejo de Urania).
- Noreña Villarías, Francisco, *Dentro del átomo*, México, SEP/Libros del Escarabajo, 2004 (Colección Espejo de Urania).
- \_\_\_\_\_, *La manzana de Einstein*, México, SEP/ADN Editores, 2005 (Colección Espejo de Urania).
- Régules Ruiz-Funes, Sergio de, *Cuentos cuánticos*, México, SEP/ADN, 2001 (Colección Espejo de Urania).
- Rojo, Graco, *El artífice del método: Francis Bacon*, México, SEP/Pangea Editores, 2001 (Colección Espejo de Urania).
- Sánchez Mora, Ana María, *Relatos de ciencia*, México, SEP/ADN, 2001 (Colección Espejo de Urania).
- Valek Valdés, Gloria, *El fascinante mundo del petróleo*, México, SEP/Instituto Mexicano del Petróleo, 2004 (Colección Espejo de Urania).
- Van Cleave, 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 (Colección Espejo de Urania).
- Wolke, Robert L., *Lo que Einstein le contó a su cocinero*, México, SEP/Ediciones Robinbook, 2004 (Colección Espejo de Urania).
- Wood, Robert W., *Ciencia creativa y recreativa. Experimentos fáciles para niños y adolescentes*, México, SEP/McGraw Hill Interamericana, 2004 (Colección Astrolabio).

## Bibliografía recomendada para profesores

- Caamaño Ros, Aureli (coord.), *Física y química. Complementos de formación disciplinar*, Barcelona, Graó, 2011.
- Cervera, Vicente, "El filósofo sonriente: Demócrito en el Mubam", en *Cartaphilus. Revista de Investigación y Crítica Estética*, núm. 4, 2008.
- Chang, Raymond, *Química*, México, McGraw Hill, 2007.
- Driver, Rosalind et al., *Dando sentido a la ciencia en secundaria*, México, SEP/Visor, 2000 (Biblioteca para la Actualización del Maestro).
- Ferreira Gauchía, Carlos, *Imagen de la tecnología proporcionada por la educación tecnológica en la enseñanza secundaria*, tesis doctoral, Valencia, Universitat de València, 2009.
- Friedl, Alfred E., *Enseñar ciencias a los niños*, Barcelona, Gedisa, 2000 (Colección Biblioteca de Educación).
- Furió, Carles y Kira Padilla, "La evolución histórica de los conceptos científicos como prerrequisito para comprender su significado actual", en *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, núm. 17, 2003.
- Gallego Badillo, Rómulo, Adriana Patricia Gallego Torres y Royman Pérez Miranda, "El Congreso de Karlsruhe. Los inicios de una comunidad científica", en *Educación Química*, 5 de abril de 2012.
- Gallego, Rómulo et al., "El concepto de valencia: su construcción histórica y epistemológica y la importancia de su inclusión en la enseñanza", en *Ciência & Educação*, vol. 10, núm. 3, 2004.
- García Guardia, María y Patricia Núñez Gómez, "Nativos digitales y redes sociales", en *Revista Online especializada en Derecho de la Comunicación*, núm. 3, nueva época, septiembre-diciembre de 2009, disponible en <http://derecom.com/numeros/pdf/nativos>, fecha de consulta: 10 de febrero de 2013.
- Guzmán Arellano Margarita y Georgina Rosales Rivera, "Enseñanza de la tabla periódica", en *Educación Química*, vol. 7, núm. 3, junio de 1996.
- Herreño, Ianneth et al., "Transposición didáctica del modelo científico de Lewis-Langmuir", en *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, vol. 7, núm. 2, 2010.
- Lacueva, Aurora, *Ciencia y tecnología en la escuela*, Madrid, Editorial Popular, 2000.

- Llorca, Ángeles et al., *Los menores y las redes sociales ¿qué hay de verdad tras ellas?*, Salamanca, Facultad de Medicina-Universidad de Salamanca, Campus Unamuno, 2012, disponible en <http://campus.usal.es/~comunicacion3punto0/comunicaciones/2012/401.pdf>, fecha de consulta: 10 de febrero de 2013.
- Pérez Sanz, Antonio, "Escuela 2.0. Educación para el mundo digital", en *Revista de Estudios de Juventud*, núm. 92, marzo de 2011, disponible en <http://www.injuve.es/sites/default/files/RI92-06.pdf>, fecha de consulta: 10 de febrero de 2013.
- Perrenoud, Philippe, *Diez nuevas competencias para enseñar*, México, SEP/Colofón, 2007.
- Raviolo, Andrés, Garritz Ruiz, Andoni y Sosa Fernández, Plinio, "Sustancia y reacción química como conceptos centrales en química. Una discusión conceptual, histórica y didáctica", en *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, vol. 8, núm. 3, 2011, disponible en <http://rodiu.uca.es:8081/xmlui/handle/10498/14388>, fecha de consulta: 10 de febrero de 2013.
- \_\_\_\_\_, "Las definiciones de conceptos químicos básicos en textos de secundaria", en *Educación Química*, vol. 19, núm. 4, 2008.
- Red de Escuelas en Campaña, *La enseñanza de la medida en la Educación General Básica*, Buenos Aires, Provincia de Buenos Aires/UNESCO, 2001.
- Valcárcel, María Victoria et al., "¿Cómo preparar mis clases para trabajar con los niños sobre los materiales y sus propiedades?", en A. Rosaleny (coord.), *El desarrollo del pensamiento científico-técnico en educación primaria*, Madrid, Ministerio de Educación, 2008.

## Bibliografía consultada

- American Chemical Society, *QuimCom. Química en la comunidad*, México, Addison-Wesley Iberoamericana, 1993.
- Araiza Bravo López, Hugo, "Cómo y por qué una filosofía de la tecnología", en *Argumentos de Razón Técnica*, núm. 15, 2012.
- Azcona, Rafael et al., "¿Es posible aprender los cambios químicos sin comprender qué es una sustancia?" *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, núm. 40, 2007, pp. 7-17.
- Bascuñán Blaset, "Mendeléiev, el que pudo haber sido y no fue", en *Educación Química*, vol. 19, núm. 2, 2008.
- Bell, Jerry et al., *Química, un proyecto de la ACS*, México, Editorial Reverté, 2007.
- Benarroch, Alicia, "El aire y el agua: ¿sustancias puras o mezclas? Una sesión de clase para futuros maestros fundamentada en la investigación didáctica", en *Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales*, núm. 63, 2010, pp. 91-105.
- Bensaude-Vincent, *Historia de la química*, Madrid, Addison Wesley, 1997.

- Bulbulian, Silvia, *La radiactividad*, México, Fondo de Cultura Económica, 1996 (Colección La Ciencia para Todos).
- Chamizo Guerrero, José Antonio, *La ciencia*, México, SEP/UNAM, 2004 (Colección Espejo de Urania).
- \_\_\_\_\_, *Química mexicana*, México, SEP, 2003 (Colección Espejo de Urania).
- Chamizo Guerrero, José Antonio y Yosune Chamizo Alberro, *Los cuatro elementos*, México, SEP/Santillana, 2002 (Colección Espejo de Urania).
- Chimal, Carlos, *Mano Molina y la carrera por el ozono*, México, SEP/Sistemas Técnicos de Edición, 2004 (Colección Espejo de Urania).
- Fariás, Diana, *Teoría, estructura y modelos atómicos en los libros de texto de química de educación secundaria. Análisis desde la sociología de la ciencia e implicaciones didácticas*, tesis doctoral, Barcelona, Universitat de Barcelona, 2012.
- Fernández, Eduardo y Julio Fernández, "El icono de los químicos: la tabla periódica de los elementos", en *Anales de la Real Sociedad Española de Química*, vol. 108, núm. 3, 2012.
- Furió, Carles, Rafael Ascona y Jenaro Guisasaola, "Enseñanza de los conceptos de cantidad de sustancia y de mol basada en un modelo de aprendizaje como investigación orientada", en *Enseñanza de las Ciencias*, vol. 24, núm. 1, 2006, pp. 43-58.
- Galagovsky, Lydia et al., "Representaciones mentales, lenguajes y códigos en la enseñanza de ciencias naturales. Un ejemplo para el aprendizaje del concepto de reacción química a partir del concepto de mezcla", en *Enseñanza de las ciencias*, vol. 21, núm. 1, 2003.
- García, P. E. M., *Ciencia, tecnología y sociedad: una aproximación conceptual*, Madrid, aei, 2001.
- Garritz, Andoni y José Antonio Chamizo G., *Química*, México, Addison-Wesley Iberoamericana, 1994.
- \_\_\_\_\_, "El papel de una madre: Mendeléiev, muerto hace cien años", en *Educación Química*, vol. 18, núm. 3, 2007.
- \_\_\_\_\_, Laura Gasque Silva y Ana Martínez Vázquez, *Química universitaria*, México, Pearson Educación, 2005.
- Gil Pérez, Daniel y Vilchez, Amparo, *Educación para el desarrollo sostenible*, Valencia, Universitat de Valencia, 2004, disponible en <http://www.earthcharterinaction.org/invent/images/uploads/Perez,%20Dani%20y%20Vilches,%20A.%20EDS%20Concepto.pdf>, fecha de consulta: 3 de junio de 2013.
- Gutiérrez, María, "La clasificación periódica de los elementos químicos", en *Revista Alambique*, núm. 38, 2003.
- Holton, Gerald y Stephen Brush, *Introducción a los conceptos y teorías de las ciencias físicas*, Madrid, Reverté, 1963.
- Irazoque, Glinda y José Antonio López, *La química de la vida y el ambiente*, México, SEP/Santillana, 2002 (Colección Espejo de Urania).
- \_\_\_\_\_, *La química de los fluidos*, México, SEP/Santillana, 2002 (Colección Espejo de Urania).

- Johil Matthew, *Química e investigación criminal*, Madrid, Editorial Reverte, 2008.
- Manahan, Stanley, *Introducción a la química ambiental*, Madrid, Editorial Reverte/UNAM, 2007.
- Nava Jaimes, Héctor et al., *El sistema internacional de unidades (SI)*, México, CENAM, 2001, disponible en <http://satori.geociencias.unam.mx/LGM/Unidades-CENAM.pdf>, fecha de consulta: 3 de junio de 2013.
- Páez, Ysmandi et al., "Los modelos atómicos desde la perspectiva de la historia y filosofía de la ciencia: un análisis de la imagen reflejada por los textos de química de bachillerato", en *Investigación y Postgrado*, vol. 19, núm.1, 2004.
- Pimentel, George, *Oportunidades en la química, presente y futuro*, México, McGraw Hill, 1995.
- Rivera Dommarco, Juan Angel (ed.), *Obesidad en México: recomendaciones para una política de Estado*, México, UNAM, 2012.
- Román Polo, Pascual, "El sesquicentenario del primer congreso internacional de químicos", en *Revista Iberoamericana de Polímeros*, vol. 12, núm. 1, 2011.
- \_\_\_\_\_, "Cannizzaro: químico, revolucionario y precursor de la tabla periódica", en *Anales de la Real Sociedad Española de Química*, vol. 106, núm. 2, 2009.
- Rosas Bravo, María Yadhira y Enrique González Vergara, "Gilbert Newton Lewis", en *Educación Química*, vol. 15, núm. 1, 2004.
- Scerri, Eric, "El pasado y el futuro de la tabla periódica. Este fiel símbolo del campo de la química siempre encara el escrutinio y el debate", en *Educación Química*, vol. 19, núm. 3, 2008.
- Velásquez Uribe, Gladis, *Fundamentos de alimentación saludable*, Medellín, Universidad de Antioquia, 2006.

### Sugerencias de páginas de Internet para alumnos y profesores

- *¿Cómo ves? Revista electrónica de divulgación de la ciencia*, disponible en <http://www.comoves.unam.mx>, fecha de consulta: 3 de junio de 2013.
- *El Muégano Divulgador*. Revista de divulgación científica, disponible en <http://www.dgdc.unam.mx/muegano\_divulgador/index.html>, fecha de consulta: 3 de junio de 2013.
- La Ciencia para Todos. Antología de lecturas de difusión de la ciencia (química, física, biología, astronomía) de reconocidos investigadores mexicanos y otros, disponible en <http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/menu.htm>, fecha de consulta: 3 de junio de 2013.
- Eduteka. Gestor de Proyectos de Clase. Actividades y proyectos escolares de todas las signaturas de ciencias naturales, disponible en <http://eduteka.icesi.edu.co/>, fecha de consulta: 3 de junio de 2013.

- Rubén D. Osorio G. Alfonso Gómez García, *Experimentos divertidos de química para jóvenes*, Medellín, Universidad de Antioquia, 2004, disponible en <http://www.educarm.es/templates/portal/images/ficheros/etapasEducativas/secundaria/5/secciones/513/contenidos/10263/experimentos\_de\_quimica.pdf>, fecha de consulta: 3 de junio de 2013.
- Escalas del Universo, disponible en <http://htwins.net/scale2/lang.html>, fecha de consulta: 3 de junio de 2013.
- Biotecnología: enseñanza y divulgación. Técnica básica para extraer ADN con materiales fáciles de conseguir, disponible en <https://bteduc.com/guias\_es/69\_Extraccion\_de\_ADN\_(procedimiento\_basico).pdf>, fecha de consulta: 20 de enero de 2017.
- Librosvivos.net. Juegos educativos, videos, ejercicios de autoevaluación y técnicas de estudio. Se pueden encontrar interactivos acerca de unidades de medida, potencias, la estructura de los átomos, cómo se enlazan los átomos, estados de la materia, tabla periódica, los plásticos, entre otros, disponible en <http://www.librosvivos.net/portada.asp>, fecha de consulta: 3 de junio de 2013.
- Profes.net. Recursos para profesores y alumnos; entre ellos destacan las actividades de refuerzo para química y otras asignaturas, disponible en <http://www.profes.net>, fecha de consulta: 3 de junio de 2013.
- Unidades didácticas con animaciones y ejercicios de temas físicos y químicos, como reacciones, estructura de la materia, tabla periódica, elementos químicos, disponible en <http://rincones.educarex.es/fya/index.php/es/estructura-y-propiedades-de-las-sustancias/unidades>, fecha de consulta: 20 de enero de 2017.

### Créditos iconográficos

- © Thinkstock: pp. 13-24, 27, 32, 34-40, 42, 43, 45-50, 53-56, 60, 62, 63, 65, 66, 69, 70, 71, 74, 80, 81, 82, 84, 86, 90, 91, 100, 103, 104, 105, 106, 108, 109, 110, 123, 125, 128, 130, 131, 133, 134, 135, 137-140, 145, 147, 148, 158, 159, 162, 166, 175, 176, 177, 182, 183, 185, 186, 188, 190, 193, 194, 195, 197, 198, 200, 202, 203, 204, 207, 208, 210-215, 218, 222, 227, 231, 234-237, 240, 243, 244, 245, 247, 248, 250, 252, 254, 256, 258, 259, 261, 262, 266.
- © Archivo SM: pp. 16, 24, 28, 29, 35, 36, 37, 38, 48, 49, 50, 51, 52, 63, 64, 65, 66, 67, 75, 83, 85, 87, 91, 92, 104, 107, 111, 112, 115, 118, 126, 152, 164, 168, 170, 173, 180, 184, 189, 196, 199, 198, 200, 205, 207, 209, 212, 215-221, 225, 226, 228, 229, 230, 232, 236, 239, 245, 248, 249, 250, 262, 263, 265.
- © Carlos A. Vargas: pp. 26, 132, 136, 150, 151, 156, 161, 176, 178.
- © LatinStock: pp. 98, 119.
- © OTHERIMAGES: pp. 76, 98, 124.
- © AFP, 2013: pp. 19.



DISTRIBUCIÓN GRATUITA  
PROHIBIDA SU VENTA

163309



www.ediciones-sm.com.mx

978-607-24-1019-0

