

Saberes

La serie para crecer  
y transformar

Acción y reacción  
Ciencias 3  
Química

Secundaria

Alejandra García Franco / Yosajandi Pérez Campillo

sm



# Índice

Guía de uso	6
<b>Bloque 1. Las características de los materiales</b>	<b>10</b>
La ciencia y la tecnología en el mundo actual	12
Lección 1. Relación de la química y la tecnología con el ser humano, la salud y el ambiente	12
Identificación de las propiedades físicas de los materiales	23
Lección 2. Cualitativas, extensivas, intensivas	23
Experimentación con mezclas	36
Lección 3. Homogéneas y heterogéneas Métodos de separación de mezclas con base en las propiedades físicas de sus componentes	36
¿Cómo saber si la muestra de una mezcla está más contaminada que otra?	46
Lección 4. Toma de decisiones relacionada con: Contaminación de una mezcla Concentración y efectos	46
Primera revolución de la química	57
Lección 5. Aportaciones de Lavoisier: la Ley de conservación de la masa	57
Proyectos: ahora tú explora, experimenta y actúa. Integración y aplicación	68
Lección 6. ¿Cómo funciona una salinera y cuál es su impacto en el ambiente? ¿Qué podemos hacer para recuperar y reutilizar el agua del ambiente?	68
<b>Evaluación Tipo PISA</b>	<b>72</b>
<b>Bloque 2. Las propiedades de los materiales y su clasificación química</b>	<b>74</b>
Clasificación de los materiales	76
Lección 7. Mezclas y sustancias puras: compuestos y elementos	76
Estructura de los materiales	86
Lección 8. Modelo atómico de Bohr. Enlace químico	86
¿Cuál es la importancia de rechazar, reducir, reusar y reciclar los metales?	103
Lección 9. Propiedades de los metales. Toma de decisiones relacionada con: rechazo, reducción, reúso y reciclado de metales	103
Segunda revolución de la química	112
Lección 10. El orden en la diversidad de las sustancias: aportaciones del trabajo de Cannizzaro y Mendeleiev	112
Tabla periódica: organización y regularidades de los elementos químicos	121
Lección 11. Regularidades en la Tabla Periódica de los elementos químicos representativos Carácter metálico, valencia, número y masa atómica Importancia de los elementos químicos para los seres vivos	121
Enlace químico	131
Lección 12. 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	138
Lección 13. ¿Cuáles elementos químicos son importantes para el buen funcionamiento de nuestro cuerpo? ¿Cuáles son las implicaciones en la salud o el ambiente de algunos metales pesados?	138

<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	148
Lección 14. Manifestaciones y representación de reacciones químicas (ecuación química)	148
¿Qué me conviene comer?	160
Lección 15. La caloría como unidad de medida de la energía Toma de decisiones relacionada con: los alimentos y su aporte calórico	160
Tercera revolución de la química	171
Lección 16. Tras la pista de la estructura de los materiales: aportaciones de Lewis y Pauling Uso de la tabla de electronegatividad	171
Comparación y representación de escalas de medida	181
Lección 17. Escalas y representación. Unidad de medida: mol	181
Proyectos: ahora tú explora, experimenta y actúa. Integración y aplicación	190
Lección 18. ¿Cómo elaborar jabones? ¿De dónde obtiene la energía el cuerpo humano?	190
<b>Evaluación Tipo PISA</b>	<b>194</b>
<b>Bloque 4. La formación de nuevos materiales</b>	<b>196</b>
Importancia de los ácidos y las bases en la vida cotidiana y en la industria	198
Lección 19. Propiedades y representación de ácidos y bases	198
¿Por qué evitar el consumo frecuente de los "alimentos ácidos"?	207
Lección 20. Toma de decisiones relacionadas con: importancia de una dieta correcta	207
Importancia de las reacciones de óxido y de reducción	214
Lección 21. Características y representación de las reacciones redox. Número de oxidación	214
Proyectos: ahora tú explora, experimenta y actúa. Integración y aplicación	225
Lección 22. ¿Cómo evitar la corrosión? ¿Cuál es el impacto de los combustibles y posibles alternativas de solución?	225
<b>Evaluación Tipo PISA</b>	<b>230</b>
<b>Bloque 5. Química y tecnología</b>	<b>232</b>
Proyectos: ahora tú explora, experimenta y actúa Integración y aplicación	234
Proyecto 1. ¿Cómo se sintetiza un material elástico?	234
Proyecto 2. ¿Qué aportaciones a la química se han generado en México?	239
Proyecto 3. ¿Cuáles son los beneficios y riesgos del uso de fertilizantes y plaguicidas?	243
Proyecto 4. ¿De qué están hechos los cosméticos y cómo se elaboran?	247
Proyecto 5. ¿Cuáles son las propiedades de algunos materiales que utilizaban las culturas mesoamericanas?	251
Proyecto 6. ¿Cuál es el uso de la química en diferentes expresiones artísticas?	255
Proyecto 7. ¿Puedo dejar de utilizar los derivados del petróleo y sustituirlos por otros compuestos?	259
<b>Evaluación Tipo PISA</b>	<b>263</b>
Tabla periódica	265
Anexos	266
Bibliografía	269

# Guía de uso

## Entrada de bloque

Aquí se indica el título del bloque, los aprendizajes que se espera que adquieras, las competencias que se favorecen. De igual manera, con un breve texto se introducen algunos conceptos que se estudiarán y se plantean preguntas cuya respuesta encontrarás a medida que se desarrollen los contenidos.

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

**Aprendizajes esperados**

- 1. Reconocer algunas transformaciones de materiales que ocurren en la naturaleza y en la vida cotidiana, así como algunas transformaciones que ocurren en la industria y en el laboratorio.
- 2. Reconocer algunas transformaciones de materiales que ocurren en la naturaleza y en la vida cotidiana, así como algunas transformaciones que ocurren en la industria y en el laboratorio.
- 3. Reconocer algunas transformaciones de materiales que ocurren en la naturaleza y en la vida cotidiana, así como algunas transformaciones que ocurren en la industria y en el laboratorio.

**Competencias que se favorecen**

- 1. Competencia de habilidades para el aprendizaje de la ciencia y la tecnología.
- 2. Competencia de habilidades para el aprendizaje de la ciencia y la tecnología.
- 3. Competencia de habilidades para el aprendizaje de la ciencia y la tecnología.

## Tema y lección

Nombre del tema y la lección que estudiarás.

**Experimentación con mezclas**  
**Lección 3. Homogéneas y heterogéneas**  
Métodos de separación de mezclas con base en las propiedades físicas de sus componentes.

**¿Qué aprenderás en esta lección?**

- 1. Definir las mezclas.
- 2. Clasificar las mezclas.
- 3. Separar las mezclas.

**¿Qué actividades se realizarán en esta lección?**

- 1. Actividad de observación y descripción.
- 2. Actividad de experimentación.
- 3. Actividad de reflexión y evaluación.

## Aprendizajes esperados

Al inicio de cada lección aparecen los aprendizajes esperados que alcanzarás.

**Clasificación de los materiales**  
**Lección 7. Mezclas y sustancias puras: compuestos y elementos**

**¿Qué aprenderás en esta lección?**

- 1. Definir las mezclas.
- 2. Clasificar las mezclas.
- 3. Separar las mezclas.

## Inicio

Es el inicio de la lección. En el apartado "Mis saberes previos," mediante una situación problemática, recuperarás los conocimientos que tienes acerca de los contenidos que estudiarás.

## Desarrollo

Empieza el desarrollo de los contenidos y las actividades cuyo propósito es que logres los aprendizajes esperados.

**ACTIVIDADES**

**¿Sabes responder?**

1. ¿Qué es una mezcla homogénea? ¿Qué es una mezcla heterogénea?

2. ¿Qué es una sustancia pura? ¿Qué es un compuesto? ¿Qué es un elemento?

3. ¿Qué es una reacción química? ¿Qué es una ecuación química?

## Cierre

En el cierre de la lección se resume lo que aprendiste y se destaca su importancia, así integras los aprendizajes mediante actividades. Dichas actividades te remitirán al problema planteado en la sección "Mis saberes previos" para que respondas nuevamente las preguntas y veas si tu manera de pensar cambió al final de la lección.

**Experimentación con mezclas**  
**Lección 3. Homogéneas y heterogéneas**  
Métodos de separación de mezclas con base en las propiedades físicas de sus componentes.

**¿Qué aprenderás en esta lección?**

- 1. Definir las mezclas.
- 2. Clasificar las mezclas.
- 3. Separar las mezclas.

**ACTIVIDADES**

**¿Sabes responder?**

1. ¿Qué es una mezcla homogénea? ¿Qué es una mezcla heterogénea?

2. ¿Qué es una sustancia pura? ¿Qué es un compuesto? ¿Qué es un elemento?

3. ¿Qué es una reacción química? ¿Qué es una ecuación química?

**ACTIVIDADES**

**¿Sabes responder?**

1. ¿Qué es una mezcla homogénea? ¿Qué es una mezcla heterogénea?

2. ¿Qué es una sustancia pura? ¿Qué es un compuesto? ¿Qué es un elemento?

3. ¿Qué es una reacción química? ¿Qué es una ecuación química?

## Actividades

Durante la exposición de los contenidos se presentan distintos tipos de actividades: de análisis de imagen, de análisis de textos, experimentales, etcétera, con las que desarrollarás tu curiosidad, creatividad y capacidad de análisis.

## Glosario

Contiene definiciones de tecnicismos y palabras poco conocidas necesarias para la comprensión del texto. En muchos casos, la definición se refiere al uso del término en el ámbito en que se emplea.

Proyectos: ahora a tu exploración, experimento y acción [preguntas opcionales]. Integración y aplicación

Lección 4. ¿Cómo funciona una salinera y cuál es su impacto en el ambiente? ¿Sus problemas para recoger y resaltar el agua del ambiente?

¿Sabes de la sal? ¿Has escuchado algo sobre la cosecha de agua de lluvia?

¿Qué sabes de la sal? ¿Has escuchado algo sobre la cosecha de agua de lluvia?

## Post de biblioteca

Esta sección contiene recomendaciones de libros que puedes consultar para ampliar tus conocimientos

PROYECTO 4 BLOQUE 5 ¿Qué están haciendo los científicos y cómo se elaboran?

¿Sabes de la sal? ¿Has escuchado algo sobre la cosecha de agua de lluvia?

## Post tecnológico

Esta sección contiene recomendaciones de páginas electrónicas con información que amplía y refuerza los contenidos. Consultados en agosto de 2016.

PROYECTO 4 BLOQUE 5 ¿Qué están haciendo los científicos y cómo se elaboran?

## Para saber más

Esta sección ofrece datos que complementan el tema de estudio. Incluye información curiosa o relevante.

## Proyectos

El trabajo por proyectos se efectúa en dos momentos: al final de cada bloque y como parte integradora en el bloque 5. Esta forma de trabajar en equipo promueve habilidades, aptitudes y valores para que te integres a la sociedad en que vives, ayudando a resolver problemas particulares.

## Proyecto 4 bloque 5 ¿Qué están haciendo los científicos y cómo se elaboran?

PROYECTO 4 BLOQUE 5 ¿Qué están haciendo los científicos y cómo se elaboran?

## Evaluaciones tipo PISA

Consta de dos páginas que cierran cada bloque. Estas evaluaciones te ayudan a medir lo que aprendiste a lo largo del bloque, por lo que te recomendamos que las respondas de manera individual y sin consultar las lecciones.

Evaluación Tipo PISA

El pedregal, ¿cómo se elabora?

¿Qué sabes de la sal? ¿Has escuchado algo sobre la cosecha de agua de lluvia?

# 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>	<p><b>La ciencia y la tecnología en el mundo actual</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>Relación de la química y la tecnología con el ser humano, la salud y el ambiente.</li></ul>
<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>	<p><b>Identificación de las propiedades físicas de los materiales:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>Cualitativas</li><li>Extensivas</li><li>Intensivas</li></ul>
<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>Deduces métodos de separación de mezclas con base en las propiedades físicas de sus componentes.</li></ul>	<p><b>Experimentación con mezclas</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>Homogéneas y heterogéneas.</li><li>Métodos de separación de mezclas con base en las propiedades físicas de sus componentes.</li></ul>
<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>	<p><b>¿Cómo saber si la muestra de una mezcla está más contaminada que otra?</b></p> <p><b>Toma de decisiones relacionada con:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>Contaminación de una mezcla.</li><li>Concentración y efectos.</li></ul>
<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>	<p><b>Primera revolución de la química</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>Aportaciones de Lavoisier: la Ley de conservación de la masa.</li></ul>
<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>	<p><b>Proyectos: ahora tú explora, experimenta y actúa (preguntas opcionales)* Integración y aplicación</b></p> <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>

### 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.

La vida como la conocemos hoy en día es posible en parte gracias a la diversidad de materiales que existen en la naturaleza, a la forma en la que los seres humanos los hemos transformado para adaptarlos a nuestras necesidades y a la creación de nuevos materiales con propiedades específicas. A lo largo del tiempo los seres humanos hemos estudiado los materiales y sus propiedades para reconocerlos, separarlos, adaptarlos a nuestras necesidades y la química ha jugado un papel muy importante en todo ello. En este bloque reflexionarás sobre la forma en la que la química y la tecnología modifican nuestras vidas y también sobre las posibilidades de identificar las sustancias que forman distintos materiales.

- ¿Qué tiene que ver la química con mi vida cotidiana?
- ¿Cómo se puede saber de qué está formado un material?
- ¿Puedo saber qué hay en una muestra de un material a simple vista?

# 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.

### INICIO

#### La química está en todas partes... para bien y para mal

La química es una ciencia que se parece mucho al juego de fútbol: algunos la aman con locura y otros tienen sus reservas... pero ¿por qué? ¿Será que es posible decir si una ciencia como la química es mala o buena?

En esta lección estudiaremos el tema de la química: ¿qué es?, ¿qué hace?, ¿de qué nos sirve? Probablemente, desde que supiste que cursarías esta asignatura te has preguntado para qué es necesario estudiarla.

### MIS SABERES PREVIOS

1. Copia en tu cuaderno el siguiente formato y llénalo escribiendo todas las palabras que pienses al escuchar o leer la palabra *química*. Anota por completo las palabras que hayas pensado en un minuto (sin mirar lo que escriben tus compañeros).

Química		Química	
Química		Química	

2. Comparte con tus compañeros las palabras que escribiste. Después, reflexionen en torno a las siguientes preguntas.
  - ¿Qué palabras se repiten?
  - ¿En el grupo hay una o varias visiones en común respecto a la química? ¿Cuáles?
  - ¿Cuál es la opinión del grupo acerca de la química?

### DESARROLLO

#### Para empezar

Es muy frecuente que, al empezar el estudio de algo, lo primero que se deba aprender sea una definición. Esto puede ser útil si ayuda a formarse una idea de lo que se está aprendiendo. Afortunadamente, la química nos da la oportunidad de reconocerla sin necesidad de aprendernos de memoria la definición de cierto diccionario o de algún otro libro. Participa en la siguiente actividad experimental.

### ACTIVIDAD EXPERIMENTAL

#### ¿Qué estudia la química?

**Propósito:** identificar algunas características de los fenómenos químicos.

**Materiales y reactivos por equipo:** vaso de precipitados de 50 mL (otra opción es usar un vaso de plástico transparente para gelatina), mechero Bunsen o una lámpara de alcohol, pinzas para crisol (o unas pinzas metálicas), bolsa de plástico con cierre hermético, gotero, pastilla de antiácido efervescente (con ácido acetilsalicílico), 100 mL de agua purificada, gragea de hidróxido de sodio (también sirve media cucharadita de limpiador de hornos), agua corriente, acetona, un huevo

**Precaución:** deben tener mucho cuidado de no tocar la gragea de hidróxido de sodio o el limpiador de hornos (para ello usen las pinzas).

#### Procedimiento

En equipo, lleven a cabo los siguientes experimentos.

1. Un compañero tomará la pastilla efervescente y la partirá a la mitad. Después agregará los pedazos en un vaso pequeño que contenga unos 20 mL de agua (figura 1.1). El resto del equipo observará lo que ocurre y lo anotará en el cuaderno.
2. Otro compañero depositará la gragea dentro de la bolsa con cierre hermético y agregará cinco gotas de agua (figura 1.2). Después, cerrará la bolsa y la tocará. El resto del equipo observará qué ocurre y lo anotará en el cuaderno.

3. Por último, otro compañero verterá una clara de huevo en un vaso y agregará, una por una, varias gotas de acetona. El resto del equipo observará lo que ocurre y lo anotará en el cuaderno.

Después de los experimentos, copien el cuadro de abajo en el cuaderno y complétenlo con base en lo que observaron en los experimentos.



Figura 1.1



Figura 1.2

Experimento	Material inicial	Características	¿Hubo algún cambio? (sí/no)	Describe lo que ocurrió	Características del material final
1					
2					
3					

#### Análisis de resultados y conclusiones

Analiza con tu equipo el cuadro y responde las siguientes preguntas.

- ¿Qué características tienen en común estos fenómenos?

- Los fenómenos que observaste son ejemplos de lo que estudia la química, ¿ahora podrías definir qué es la química?

Comparte tu respuesta con el grupo y con ayuda de tu profesor obtén una conclusión sobre qué estudia la química.





## Ciencia y tecnología química



Figura 1.13 La píldora anticonceptiva es uno de los veinte inventos más importantes en la historia de la humanidad.



Figura 1.14 La planta del barbasco (*Dioscorea mexicana*) es fuente de más de 152 fitoquímicos (sustancias químicas que se usan como medicamentos o precursores de medicamentos).

El conocimiento químico y el conocimiento tecnológico tienen muchas aplicaciones cotidianas. Cuando hablamos de tecnología, nos referimos tanto a las metodologías para una actividad (maneras de hacer las cosas) como a los artefactos (herramientas e instrumentos) que se inventan, con base en cierto conocimiento científico, para facilitar ciertas actividades.

En la actualidad, ciencia y tecnología están íntimamente relacionadas; por ello se habla de *tecnociencia*, es decir, del conocimiento que utilizamos para resolver problemas específicos y que incluye tanto teorías y leyes científicas como metodologías e instrumentos que sirven para desarrollar innovaciones. Algunas veces los desarrollos de la ciencia anteceden a los tecnológicos.

La píldora anticonceptiva es un ejemplo de cómo el conocimiento químico y el conocimiento tecnológico se relacionan para producir materiales que modifican la vida de los humanos (figura 1.13). A continuación conocerás algo sobre su historia.

Desde la década de 1930, los químicos trataban de aislar hormonas para utilizarlas como medicamentos. Sin embargo, las únicas fuentes de estas hormonas eran animales (cerdos y caballos) y su costo resultaba muy elevado.

Al buscar especies vegetales que tuvieran una alta proporción de diosgenina (una sustancia química con características similares a las hormonas), el científico estadounidense Russell E. Marker recolectó ejemplares del barbasco "cabeza de negro" en la sierra de Veracruz (cerca de Fortín y Orizaba) y a partir de ellos extrajo diosgenina y sintetizó progesterona en grandes cantidades a mucho menor precio del que costaba producirla en ese momento (figura 1.14).

En 1951, en los laboratorios de la empresa Syntex, Luis Miramontes (1925-2004), un estudiante de ingeniería química nacido en Nayarit, logró por primera vez la síntesis de la noretinilttestosterona [19-norprogesterona], un poderoso agente anovulatorio que se convirtió en el ingrediente activo de la píldora anticonceptiva. El artículo en el que se dio a conocer esta síntesis se publicó en la revista *Journal of the American Chemical Society* y estaba firmado por Luis E. Miramontes, George Rosenkranz y Carl Djerassi.

Debido al uso del barbasco para la fabricación de hormonas surgieron en México empresas dedicadas a su producción en zonas como la reserva de los Tuxtlas, en Veracruz, lo que propició que esta actividad fuera el sustento de un número importante de comunidades en Oaxaca, Puebla, Veracruz y Guerrero.

Estas empresas fueron abandonadas cuando se encontraron fuentes sintéticas para la producción de hormonas y también porque se comenzó a producir masivamente el barbasco en países orientales como China y Hong Kong. Los laboratorios Syntex impulsaron la fundación del Instituto de Química de la Universidad Nacional Autónoma de México y, a su vez, los estudiantes del Instituto favorecieron el crecimiento de esta empresa, al grado de que llegó a ser líder

mundial en producción de esteroides durante varias décadas. En 1994 fue adquirida por la farmacéutica Roche.

El desarrollo de la píldora anticonceptiva no dependió solamente de los adelantos científicos y tecnológicos, sino también de eventos en el ámbito social. Defensores de los derechos de las mujeres impulsaron su uso y, con ello, lograron cambios que han repercutido en la evolución de las sociedades.

Actualmente, los científicos continúan generando conocimientos químicos sobre moléculas más eficientes que produzcan el mismo resultado en el cuerpo humano sin causar efectos secundarios. Este conocimiento se utiliza para desarrollar productos farmacéuticos que se distribuyen por todo el mundo.

## ACTIVIDAD

### Las aplicaciones de la química

**Propósito:** que los estudiantes identifiquen diferentes aplicaciones de la química en ámbitos como la salud, el medio ambiente, la producción de alimentos y nuevos materiales, entre otros.

1. Reúnete con un compañero, revisen el cuadro, cópienlo en el cuaderno y escriban un ejemplo más en cada ámbito.

- Busquen ejemplos de aplicaciones de la química en revistas de divulgación científica, periódicos (de preferencia en una sección dedicada a la ciencia) o internet.

Ámbitos de lo cotidiano	Ejemplos de conocimiento químico
salud	construcción de sensores para identificar la presencia de alguna sustancia en la orina
medio ambiente	generación de procesos que produzcan menos sustancias contaminantes
materiales	diseño de trajes con características especiales que protegen a los bomberos al hacer su trabajo
entretenimiento	desarrollo de nuevos materiales para fabricar aparatos de reproducción de música con mucha capacidad y muy ligeros
alimentos	adición de componentes biológicamente activos, que ofrecen beneficios para la salud (conocidos como funcionales), como la leche para diabéticos

## Lo que la gente piensa de la química...

Hemos visto que los fenómenos químicos están en todos los aspectos de nuestra vida y que muchas de las aplicaciones de la química han contribuido a hacernos la vida más fácil, al darnos materiales más adecuados a nuestras necesidades o al proporcionarnos medicamentos que nos ayudan a conservar la salud.

Sin embargo, también hay personas que piensan que todo lo relacionado con la química es dañino, malo, contaminante, tóxico, o sencillamente que nos





y solventes; tus uñas, pelo y piel, de una proteína llamada *queratina* y de agua, entre otros componentes.

La química estudia la diversidad de materiales. Se denomina material a todo aquello de lo que están hechos los objetos inanimados y los seres vivos. Hay materiales naturales, es decir, que se encuentran en la naturaleza, como el algodón, la madera y la miel, y materiales sintéticos o aquellos que son producto del conocimiento químico, como los plásticos y medicamentos.

Pero ¿por qué tenemos tantos materiales?, ¿a qué se debe que las personas no nos hemos conformado con los numerosos materiales naturales y hemos tenido que desarrollar los sintéticos? La respuesta es simple: por sus propiedades.

### Las propiedades son las características de los materiales.

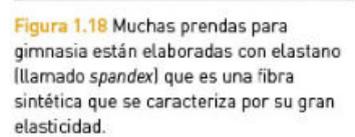
Como te habrás dado cuenta, los materiales no sirven para hacer cualquier objeto, ya que no tienen las mismas propiedades. Veamos un ejemplo sencillo: en una hoja de papel es posible que la tinta se “fije” en su superficie debido a la **porosidad** del papel; en cambio, ¿podrías escribir con la tinta de tu pluma en un pedazo de vidrio o de metal? Eso sería difícil por la porosidad de la superficie de estos materiales. Sin embargo, aunque pudieras hacerlo, ¿te imaginas un cuaderno de vidrio? No sólo sería muy frágil sino, además, muy pesado.

Ahora bien, algunos materiales pueden ser sustituidos por otros. Podemos observar, por ejemplo, que una camisa de seda (**figura 1.17**) y otra hecha de *spandex* (**figura 1.18**) tienen propiedades distintas en cuanto a suavidad, frescura, resistencia y, por supuesto, costo. Actualmente se investigan y desarrollan materiales que no sólo resultan efectivos para determinadas aplicaciones, sino que también tienen un costo accesible para la mayoría de la población.

Ahora bien, algunos materiales pueden ser sustituidos por otros. Podemos observar, por ejemplo, que una camisa de seda (**figura 1.17**) y otra hecha de *spandex* (**figura 1.18**) tienen propiedades distintas en cuanto a suavidad, frescura, resistencia y, por supuesto, costo. Actualmente se investigan y desarrollan materiales que no sólo resultan efectivos para determinadas aplicaciones, sino que también tienen un costo accesible para la mayoría de la población.



**Figura 1.17** La ropa de esta niña está confeccionada con seda, que es la fibra natural producida por la larva de la polilla *Bombyx mori*, y tiene la propiedad de mantener la temperatura del cuerpo.



**Figura 1.18** Muchas prendas para gimnasia están elaboradas con elastano (llamado *spandex*) que es una fibra sintética que se caracteriza por su gran elasticidad.

### Clasificación de materiales

Ya dijimos que la química estudia los materiales, pero ¿cómo lo hace, habiendo tantos y tan distintos? La respuesta es caracterizándolos y clasificándolos. En otras palabras, identificando sus propiedades y agrupándolos de acuerdo con sus características. Participa en la siguiente actividad.

#### ACTIVIDAD

##### Clasificación de los materiales I

**Propósito:** que los estudiantes propongan varias maneras de clasificar los materiales.

**Materiales y reactivos por equipos de tres o cuatro personas:** trozos o porciones de materiales diversos; por ejemplo, esponjas, poliestireno expandible (unicel),

bolsas de polietileno, madera, cerámica, jugo, arroz, café, tela, cera, plastilina, espuma de afeitador, gelatina, gel, champú, miel, globos inflados con aire o helio (es importante que haya variedad en cuanto al estado de agregación, color, forma y tipo de material). También necesitarán recipientes diversos como platos y vasos para colocar los materiales.

#### Procedimiento

1. Acomoden los materiales sobre una mesa y analícenlos usando sus sentidos. Intenten cambiarlos de recipiente, traten de aplastarlos, vean si fluyen. Anoten en el cuaderno sus observaciones.
2. Procuren agruparlos con base en las características que observaron. Comenten cuáles son los mejores criterios para la clasificación.

Clasificación de materiales		
Material	Características analizadas	Grupo en el que quedó clasificado

#### Análisis de resultados y conclusiones

1. Comenta con tu equipo las siguientes preguntas. Respóndelas en tu cuaderno.

- ¿Cuál es la característica que eligieron para clasificar los materiales? ¿Por qué eligieron esa característica?
- ¿Hubo algunos materiales que no pudieron clasificarse en ninguno de los grupos? ¿Cuáles? ¿Por qué fue difícil clasificarlos?

3. Destaquen algunos materiales particularmente difíciles de clasificar y escriban en el cuaderno qué dificulta su clasificación.
  - ¿Cómo los clasificaron, finalmente?
4. Copien en el cuaderno el siguiente cuadro y complétenlo según sus observaciones.

2. Compartan sus resultados con otros equipos y adviertan diferencias o similitudes. Reflexionen sobre estas preguntas.

- ¿Todos los equipos utilizaron los mismos criterios? ¿En qué se diferenciaron?
- ¿Algunos criterios de clasificación son mejores que otros? ¿En qué se basan para decirlo?

Muchos de ustedes habrán clasificado los materiales de acuerdo con el uso, el color o la textura, lo cual estuvo muy bien, pues hay distintas maneras de clasificarlos; la mejor depende de para qué queremos hacer la clasificación.

En la mayoría de las ciencias, y en lo cotidiano, clasificar es importante porque así se estudian objetos de manera separada, concentrándonos en alguna característica que nos interese en lugar de abarcar varias características a la vez, lo que sólo nos dificultaría más el estudio. En química se emplean muchas clasificaciones; en una de ellas, por ejemplo, están los metales (**figura 1.19**).

#### Sólidos, líquidos y gases

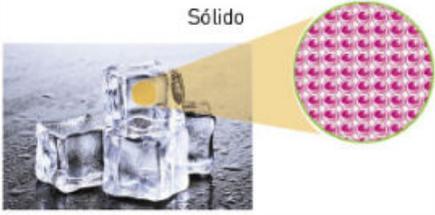
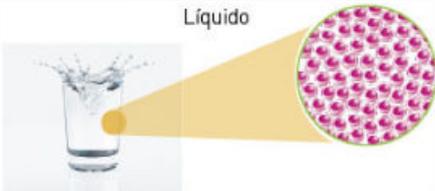
Una clasificación de los materiales, muy común en química, depende del estado de agregación de la materia, que estudiaste en tu curso de Ciencias II.

Como recordarás, el estado de agregación depende del comportamiento de la materia y se explica considerando el modelo cinético de partículas (modelo cinético molecular). Recuerda que, con base en este modelo, los materiales se clasifican en sólidos, líquidos y gases; observa el **cuadro 1.1** de la página siguiente.



**Figura 1.19** Algunos materiales se clasifican como metales y tienen innumerables aplicaciones.

**Cuadro 1.1** Estados de agregación de la materia

Estado de agregación y representación	Según el modelo cinético de partículas	Características generales
<p>Sólido</p> 	<p>Sus partículas se encuentran fuertemente unidas y no tienen movimiento de traslación entre ellas (sólo vibración u oscilación). En algunos casos se acomodan de manera ordenada y con cierta regularidad espacial, lo que produce estructuras cristalinas. En cambio, si las partículas se agregan de manera aleatoria, el sólido es amorfo.</p>	<p>Tienen forma y volumen definido. No son compresibles (no pueden aplastarse sin deformarse). No fluyen.</p>
<p>Líquido</p> 	<p>Sus partículas están unidas por una fuerza de atracción menor que en los sólidos, de modo que presentan tres movimientos: vibración, oscilación y traslación, aunque en grado bajo.</p>	<p>Tienen volumen definido, pero adoptan la forma del recipiente que los contiene. No son compresibles. Fluyen con facilidad.</p>
<p>Gaseoso</p> 	<p>La fuerza de cohesión entre sus partículas es muy débil, por lo que la distancia entre ellas es la máxima permitida y depende del recipiente que los contiene. Presenta los tres movimientos moleculares arriba mencionados. El movimiento de traslación es desordenado y genera choques entre las partículas del gas y entre éstas y el recipiente que lo contiene.</p>	<p>No tienen forma ni volumen definido. Son compresibles. Fluyen con facilidad.</p>

No olvides que además de sólido, líquido o gas, hay un cuarto estado de la materia denominado plasma, un estado similar al gaseoso, pero una considerable proporción de las partículas en éste tienen carga eléctrica.

**ACTIVIDAD**

**Clasificación de los materiales II**

**Propósito:** que el alumno clasifique materiales con base en el estado de agregación.

**Materiales y reactivos por equipos de tres o cuatro personas:** los mismos materiales de la actividad experimental de la página 24.

**Procedimiento**

1. Clasifiquen los materiales, pero esta vez consideren solamente los estados de agregación. Anoten en el cuaderno sus observaciones.
2. Copien el cuadro siguiente en el cuaderno y complételo de acuerdo con la clasificación que hicieron.

Clasificación de materiales según su estado de agregación		
Sólidos	Líquidos	Gases

**Análisis de resultados y conclusiones**

1. Comenta con tu equipo las siguientes preguntas. Respóndelas en tu cuaderno.

- ¿Qué características observaste para hacer la clasificación?

- ¿Hubo algunos materiales que no pudiste clasificar en algún grupo? ¿Cuáles? ¿Por qué?
- ¿En qué grupo clasificaste menor cantidad de materiales? ¿A qué lo atribuyes?

La mayoría de los materiales se pueden clasificar con base en lo que sabemos de los estados de agregación. Sin embargo, hay otros que serán difíciles de clasificar según ese criterio; por ejemplo, las espumas que están formadas por un material gaseoso y otro líquido (figura 1.20).



Figura 1.20 Las espumas se caracterizan por estar constituidas por un líquido que "envuelve" a un gas. Ejemplos de espumas son las cremas de afeitar, el mousse para el cabello o la espuma que se forma al servir una cerveza.

Todos los materiales pueden cambiar de estado de agregación cuando se modifican la presión y la temperatura a las que se encuentran; por ejemplo, cuando cambian las condiciones físicas del medio. En la naturaleza, el agua es el único material que presenta los tres estados de agregación (figura 1.21).

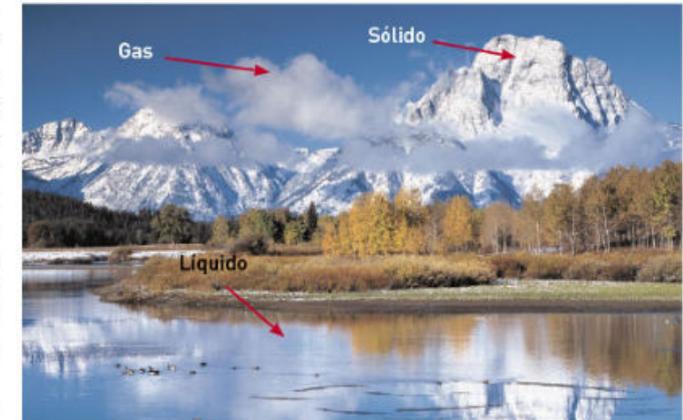


Figura 1.21 El agua puede encontrarse como sólido (hielo o nieve), como líquido (agua) o como gas (vapor).

Los materiales cambian de estado de agregación cuando cambia la temperatura. Por ejemplo, al untar mantequilla sólida en un pan recién tostado, ésta se derrite o cuando se pone a calentar azúcar para preparar un delicioso caramelo para el flan, el azúcar pasa del estado sólido al líquido. De la misma manera, si vives en un lugar donde hace mucho frío alguna vez habrás visto que las tuberías se tapan en el invierno porque el agua que conducen se transforma de líquido a sólido. ¿De dónde piensas que provienen las gotitas de rocío que por las mañanas se ven en las hojas de los árboles (figura 1.22)?

Para que un determinado material exista en cualquiera de los tres estados de agregación dependerá tanto de la presión como de la temperatura a la que se encuentre.

Algunos gases se transforman en líquidos a temperaturas muy bajas. Por ejemplo, el nitrógeno se transforma en líquido a  $-196^\circ\text{C}$ , y se utiliza para eliminar verrugas o lunares, y para tratar lesiones del deporte, como sustituto de la bolsa de hielo (figura 1.23), entre otros usos. El hidrógeno líquido se utiliza como combustible en las naves espaciales y para ello tiene que estar a una temperatura de  $-253^\circ\text{C}$  (figura 1.24).



Figura 1.22 El rocío se forma debido a que la humedad del aire se condensa al entrar en contacto con una superficie más fría.



Figura 1.23



Figura 1.24

Figura 1.23 El nitrógeno líquido se emplea para mantener un material a temperaturas muy bajas.

Figura 1.24 El hidrógeno es una alternativa de energía "limpia" debido a que no genera contaminantes al utilizarlo como combustible. También se utiliza para fabricar baterías.





## GLOSARIO

**Falibilidad:** riesgo o posibilidad de engañarse o errar una persona, una entidad o una cosa.

## La importancia de los instrumentos de medición

### ACTIVIDAD

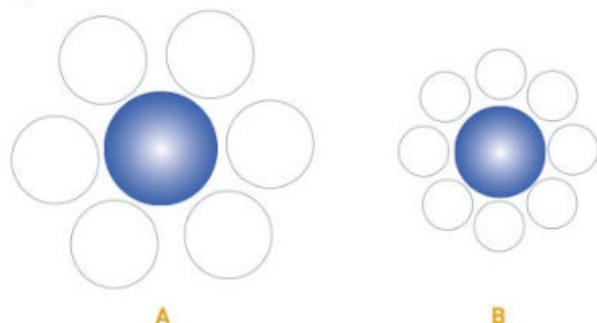
#### Nuestros sentidos pueden engañarnos

**Propósito:** que el estudiante reflexione sobre la **falibilidad** de los sentidos.

#### Experiencia 1

##### Procedimiento

1. Observa la siguiente imagen.



- A simple vista, ¿cuál de los dos círculos es más grande, el A o el B?

2. Ahora observa la siguiente imagen.



- A simple vista, ¿cuál de las dos líneas es más grande, la de arriba o la de abajo?
- Consigue una regla y mide tanto el diámetro de los dos círculos como la longitud de las flechas, ¿hay alguna diferencia con respecto a lo que habías observado a simple vista?, ¿por qué?
- De acuerdo con tu percepción, ¿el agua del último recipiente está caliente o fría?
- Toma un termómetro y mide la temperatura de los tres recipientes.
- ¿Te parece que los términos frío o caliente son adecuados para describir la temperatura de un líquido? ¿Por qué?

#### Experiencia 2

##### Procedimiento

1. Toma tres recipientes, vierte agua caliente en uno, agua fría (si los tienes, pon algunos hielos) y agua a temperatura ambiente en los otros. Coloca tu mano derecha en el agua caliente y la izquierda en el agua fría (o viceversa). Luego de 30 segundos, coloca ambas manos en el recipiente con agua a temperatura ambiente.

- ¿Qué sientes?, ¿cómo lo explicas?

##### Análisis de resultados y conclusiones

1. Después de estas experiencias, ¿qué concluyes respecto a confiar plenamente en los sentidos al hacer alguna observación?
2. De acuerdo con lo observado, ¿cuál dirías que es la importancia de usar un instrumento más sensible que nuestros sentidos —como la regla o un termómetro— en el momento de hacer una medición?

Como aprendiste en la actividad anterior, muchas veces nuestros sentidos pueden engañarnos y por ello percibimos de manera equivocada las sensaciones externas. Esto significa que, por mejor visión, oído, olfato, gusto o tacto que tengamos, nuestros sentidos son muy limitados para percibir con precisión lo que nos rodea.

Por esta razón, se han construido diversos instrumentos que aumentan la capacidad de percepción de nuestros sentidos; por ejemplo, con el microscopio observamos objetos muy pequeños (figura 1.34) y con el telescopio, muy lejanos (figura 1.35). Con ambos instrumentos nuestro sentido de la visión aumenta su capacidad de manera extraordinaria. De la misma manera, tenemos instrumentos como el pirómetro (figura 1.36), que se utiliza para medir temperaturas extremadamente altas, las cuales no podríamos estimar con la mano, no porque no seamos sensibles a ellas, sino porque nos quemaríamos.

Durante el transcurso de la historia, los seres humanos hemos inventado instrumentos que nos permiten cada vez hacer mejores mediciones. Ya antes mencionamos la balanza utilizada por los egipcios, pero también cabe mencionar, entre otros inventos, el astrolabio, instrumento antiguo que servía para determinar la posición de las estrellas y que era muy usado por los navegantes que recorrían los mares para buscar tierras que conquistar.

Ya sea para fines de comercio, de exploración o de conocimiento, los seres humanos hemos tenido que idear, a lo largo del tiempo, la manera de percibir el mundo que nos rodea con mayor capacidad que la que nos permiten nuestros sentidos. Esto se ha logrado por medio de los diferentes instrumentos de medición.



Figura 1.34 El microscopio fue inventado por Zacharias Janssen en 1595, aunque se hizo famoso cuando Robert Hooke descubrió las células vegetales en 1665.



Figura 1.35 El telescopio es un instrumento que data del siglo XVI y que ha sido usado por muchos astrónomos como Galileo Galilei para estudiar las estrellas.



Figura 1.36 El pirómetro es un dispositivo para medir la temperatura de un cuerpo sin tocarlo, gracias a la radiación que éste emite.

### ACTIVIDAD

#### Conozcamos los instrumentos de medición

**Propósito:** que el estudiante conozca algunos de los principales instrumentos de medición utilizados en química.

En química, como en la mayoría de las ciencias, se utiliza una gran variedad de instrumentos para medir propiedades como la masa, el volumen, la viscosidad, la conductividad, el pH, etcétera.

1. Formen equipos y con ayuda del profesor identifiquen algunos de esos instrumentos e investiguen más acerca de ellos. Repártenselos para que conozcan los más que puedan.

2. Una vez que el profesor asigne los instrumentos, investiguen sobre ellos y hagan un cartel ilustrado en el que incluyan las respuestas a las siguientes preguntas.

- ¿Qué propiedad de la materia mide el instrumento?
- Antes de este instrumento, ¿qué se usaba para medir esta propiedad?
- ¿Quién fue el inventor y cuándo lo inventó?
- ¿Cuál es la importancia de este instrumento para el desarrollo de las investigaciones en química? (es decir, qué se dejaría de hacer o saber si no se contara con este instrumento).

## PARA SABER MÁS

### El Hubble, un instrumento que potencia la vista humana

Desde que fue puesto en órbita en 1990 para eludir la distorsión que provoca la atmósfera, problema que inevitablemente tienen todos los telescopios ubicados en la superficie terrestre, el Hubble ha permitido a los científicos estudiar el Universo con una claridad jamás lograda. Con sus observaciones, los astrónomos confirmaron la existencia de los agujeros negros, aclararon ideas sobre el nacimiento del Universo en una gran explosión, el Big Bang, ocurrida hace unos 13 700 millones de años, y revelaron la presencia de galaxias y sistemas solares en los rincones más recónditos del cosmos. El Hubble también ayudó a los científicos a afirmar que el sistema solar es mucho más joven que el Universo.

## POST TECNOLÓGICO

Para saber más sobre instrumentos de medición, ingresa al siguiente vínculo de Internet:

<<http://www.redir.mx/SQAR34a>>

Si quieres conocer más sobre el telescopio Hubble, visita:

<<http://www.redir.mx/SQAR34b>>

## CIERRE

A lo largo de esta lección hemos revisado una diversidad de materiales y encontrado diferentes formas de clasificarlos de acuerdo con sus propiedades. Las propiedades mediante las que distinguimos un material de otros son las propiedades intensivas (que no dependen de la cantidad de material) y entre ellas revisamos la viscosidad, la densidad y la solubilidad. El estado de agregación es una característica útil para clasificar los materiales, aunque sabemos que puede variar al cambiar las condiciones de presión y temperatura. En la siguiente actividad utilizarás las propiedades de una sustancia para distinguirla en una mezcla.

## ¿CÓMO AVANCÉ EN MIS CONOCIMIENTOS?

### Polvos en la panadería

**Propósito:** que el estudiante utilice sus conocimientos acerca de las propiedades de los materiales para identificarlos.

**Materiales y reactivos por equipos de tres o cuatro personas:** vasitos transparentes (otra opción es usar empaques de plástico para huevos), palillos para mezclar, cucharitas pequeñas de plástico, una vela u otra fuente de calor (parrilla), papel aluminio, cartón negro, lupa, sal, azúcar, bicarbonato de sodio, harina, cremor tártaro, agua, disolución de yodo, vinagre.

### Procedimiento

1. Forma el equipo.
2. El profesor te entregará cinco recipientes con sustancias que no están etiquetadas. Ten cuidado de no mezclarlas.
3. Resuelve el siguiente problema.

Alberto es un panadero muy diligente y siempre se fija en lo que hace, pero un día, un amigo suyo le hizo una broma y quitó la etiqueta a todos los frascos de los materiales que Alberto utiliza para hacer el pan. De modo

que Alberto tiene cinco frascos con sustancias y cinco etiquetas.

Lo único que le queda a Alberto es utilizar su conocimiento sobre las propiedades de las sustancias con las

que regularmente trabaja para hacer pruebas con las cuales distinguir las sustancias.

En el siguiente cuadro se muestran las propiedades de las sustancias que regularmente se utilizan para hacer el pan.

Materiales para la elaboración de pan					
Material	Apariencia	Cambios al calentar	¿Soluble o insoluble en agua?	Cambios al añadir vinagre	Cambios al añadir disolución de yodo
sal	crystalina	X	soluble	X	X
azúcar	crystalina	se funde y cambia a color café	soluble	X	X
bicarbonato de sodio	crystalina	X	soluble	burbujea	X
cremor tártaro	crystalina	X	poco	X	X
harina	polvo fino	X	forma grumos	X	se colorea de azul oscuro

Alberto tiene que llevar a cabo las siguientes pruebas con cada uno de los materiales que utiliza regularmente para hacer pan: bicarbonato de sodio, sal, azúcar, cremor tártaro y harina.

### 1. Apariencia

- Para describir la apariencia coloca un poco de cada una de las sustancias en una superficie plana y obsérvalas utilizando la lupa. Describe de la mejor manera posible su color y su forma.

### 2. Al calentarla

- Para calentar la muestra, haz un pequeño barquito con papel aluminio (o emplea una cucharita que sea de metal) y utiliza una pinza de ropa para sostenerlo. Ponlo en una parrilla o acércalo a una vela y nota qué le ocurre (figura 1.37).



Figura 1.37

### 3. Solubilidad en agua

- Toma una porción pequeña de cada uno de los materiales (una cucharita de helado es adecuada) y colócala en agua en los recipientes de plástico. Mezcla con los palillos.

### 4. Reacción con vinagre

- Toma una pequeña muestra de cada uno de los materiales y añade unas gotas de vinagre.

### 5. Reacción con disolución de yodo

- Toma una pequeña muestra de cada uno de los materiales, disuélvelas en un poco de agua y añade unas gotas de disolución de yodo. Observa la coloración.

Una vez que hayas llevado a cabo las pruebas con cada uno de los materiales, ¿puedes identificar cada sustancia y ponerla en el frasco con la etiqueta correspondiente?

### Análisis de resultados y conclusiones

1. ¿Pudiste resolver el problema de Alberto?, ¿en qué te basaste para hacerlo?
2. Después de hacer esta actividad, ¿qué propiedades son las que sirven para identificar materiales?
3. Si sólo te hubieran dado como datos la masa o el volumen de las sustancias, ¿podrías haber resuelto el problema de Alberto?, ¿por qué?

## Experimentación con mezclas

### Lección 3. Homogéneas y heterogéneas Métodos de separación de mezclas con base en las propiedades físicas de sus componentes

**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.

#### INICIO

#### MIS SABERES PREVIOS

Con mucha frecuencia utilizamos la palabra *mezcla*. Para que recuerdes los momentos en que sueles usar ese término, resuelve la siguiente actividad de manera individual. Anota las respuestas en tu cuaderno.

#### 1. Analiza las imágenes.



Sopa de verduras



Pastel



Pintura



Refresco

- ¿Cuáles consideras que son mezclas?
- Anota las razones por las que piensas que son mezclas y escribe algunos de sus componentes que identifiques.

#### DESARROLLO

#### Mezclas homogéneas y heterogéneas

En la lección anterior aprendiste que estamos rodeados de materiales que por sus distintas propiedades se utilizan en diversas aplicaciones; que, mediante las clasificaciones, la ciencia en general y la química en particular estudian los

fenómenos que les interesan, y que esas clasificaciones dependen de lo que se quiera estudiar.

Para el caso de los materiales, una de las primeras clasificaciones que se ha establecido en química tiene en cuenta la composición. Si el material está constituido de un mismo tipo de partículas, se denomina *sustancia*. Algunas de estas sustancias se utilizan de manera cotidiana en casa: la cal (figura 1.38) y el bicarbonato de sodio (figura 1.39).

Por otro lado, si el material está constituido por una combinación de varias sustancias, entonces se le denomina mezcla.

Con el fin de entender la diferencia entre una sustancia y una mezcla, utilizamos el modelo de partículas. Imagina que tienes un lingote de oro puro (figura 1.40), es decir, una sustancia, por lo que todas sus partículas son exactamente iguales; por el contrario, si tienes un anillo de oro rojo, que es una mezcla de oro con cobre, entonces tendremos dos tipos diferentes de partículas (figura 1.41).

Lingote de oro puro



De acuerdo con el modelo de partículas:



Figura 1.40 Representación de las partículas en una sustancia.

Anillo de oro rojo



De acuerdo con el modelo de partículas:



Figura 1.41 Representación de las partículas en una mezcla.

Casi todos los materiales presentes a nuestro alrededor son mezclas, aunque no sea evidente, ya que algunas veces somos incapaces de distinguir a simple vista sus componentes (como en el caso del anillo de oro rojo). A estas mezclas se les denomina mezclas homogéneas. Si, por el contrario, podemos distinguir que una mezcla está compuesta de varios constituyentes (aunque no necesariamente sepamos de qué sustancias se trata), entonces las denominamos mezclas heterogéneas.

Los ejemplos anteriores pueden servirnos para explicar las características de las mezclas:

- La composición de las mezclas es variable. Por ejemplo, el agua de limón puede tener más o menos azúcar o una diferente proporción de limón.
- Los componentes de las mezclas conservan sus propiedades. Por ejemplo, el agua de limón está formada por azúcar, agua y jugo, y las propiedades de cada uno de ellos son iguales que antes de mezclarlos.
- Las mezclas pueden separarse utilizando métodos físicos. Como los componentes de las mezclas conservan sus propiedades, pueden separarse con métodos físicos como la evaporación, la destilación, la cromatografía y la decantación que verás más adelante. Así, el ácido cítrico presente en el jugo de limón puede extraerse mediante cromatografía y usarse para hacer saborizantes.



Figura 1.38 El término *cal* o *cal viva* se usa para denominar al óxido de calcio, una sustancia empleada muy frecuentemente en la industria de la construcción, en la fabricación de jabón y en la agricultura, entre otros muchos usos.



Figura 1.39 El bicarbonato de sodio es una sustancia de uso doméstico; por ejemplo, sirve en la repostería para que se inflen los pasteles o merengues, para quitar el mal olor de axilas y pies, para blanquear los dientes y, mezclado con vinagre, para limpiar metales oxidados.

Los ejemplos de mezclas son muchos y muy variados: el refresco, el champú, el gel para el cabello, el pozole (figura 1.42), la pasta de dientes, la gasolina, la pintura, la orina, el sudor, la saliva, el agua de mar, un sope, una quesadilla, la mayonesa, una salsa picante, el mole, la tierra, el asfalto, el cemento, el barniz de uñas, el chocolate (figura 1.43)... en fin, ¡prácticamente todos los materiales que usamos cotidianamente son mezclas homogéneas o heterogéneas!

Figura 1.42 La palabra *pozole* proviene del náhuatl *potzalli*, que significa "espuma" debido a que se prepara con maíz cacahuazintle, que al cocerse y "reventar" forma una espuma en la cazuela.



Figura 1.42

Figura 1.43 El chocolate es una mezcla de más de 500 sustancias; por ejemplo, grasas, que proporcionan energía; alcaloides que son estimulantes, y la anandamida, que es la principal responsable de la sensación placentera que nos produce comer chocolate.



Figura 1.43

El merengue es una espuma, pues es un material líquido (la clara del huevo) al que se ha añadido un gas (el aire, a la hora de batir) y es una mezcla homogénea pues no es posible distinguir dos fases a simple vista. A cada porción de materia uniforme, distinguible de las demás por tener una composición propia, se le denomina *fase*.

En el caso de las mezclas homogéneas, los componentes no se distinguen a simple vista, es decir, tienen una sola fase. En una mezcla de este tipo, la composición es la misma en toda ella. Por el contrario, en una mezcla heterogénea la composición de cada fase es diferente (figuras 1.44 y 1.45).



Figura 1.44 La mezcla homogénea de agua, café y azúcar está conformada por una sola fase.



Figura 1.45 En esta mezcla heterogénea es posible distinguir las fases que la componen: leche, café, espuma, canela.

## ACTIVIDAD EXPERIMENTAL

Hacer una mezcla. ¿Cómo preparar merengue?

**Propósito:** que el estudiante reconozca una mezcla homogénea.

Como con casi todos los platillos, para preparar unos deliciosos merengues hay que tener unos trucos. Saber un poco de la química involucrada en la preparación de los alimentos ayuda a comprender por qué no debemos alterar una receta o qué podría ocurrir si lo hiciéramos.

**Materiales y reactivos por equipo:** dos claras de huevo, cuatro cucharadas de azúcar glas (equivalente a 1/3 de taza o a 120 g), un limón (o 1/8 de cucharada de polvo para hornear), recipiente para mezclar (de vidrio o de metal), batidor de globo (si no tienes, consigue un tenedor, aunque tardarás más tiempo en batir)

### Procedimiento

1. Formen parejas para trabajar la parte experimental y contesten individualmente en su cuaderno.
2. Tomen dos claras de huevo, colóquenlas en el recipiente y añadan unas gotas de limón.
3. Con el batidor de globo o con el tenedor, batan vigorosamente.

4. Una vez que la mezcla "haga picos", añadan el azúcar y continúen batiendo hasta que "se hagan picos" permanentes en el merengue.

5. ¡El merengue está listo para comerse!

**Opcional:** en casa y con la ayuda de un adulto, hagan "galletas de merengue" colocando pequeñas porciones de la mezcla en una charola cubierta con papel encerado. Horneen entre 10 y 15 minutos a 150 °C.

### Análisis de resultados y conclusiones

1. Este merengue (si quedó bien hecho) es una mezcla homogénea. ¿Por qué?
2. ¿Cuáles son los componentes de esta mezcla? De estos componentes, ¿cuáles son sustancias y cuáles mezclas (homogéneas o heterogéneas)?
3. ¿Qué podrías hacer para transformar la mezcla homogénea, en este caso el merengue, en una mezcla heterogénea?
4. Comparte y analiza tus respuestas con tus compañeros de clase. Si advierten diferencias, pidan ayuda a su profesor y hagan conclusiones de manera grupal.

## ACTIVIDAD

### Clasificar mezclas

**Propósito:** que el estudiante identifique mezclas homogéneas y heterogéneas en ejemplos.

1. Clasifica en homogéneas o heterogéneas las mezclas de las imágenes; escribe en tu cuaderno las razones por las que las clasificaste de esa manera.

Bebida



Vinagre



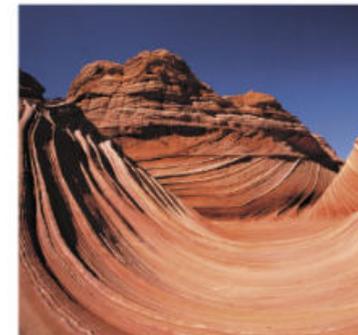
Jarabe para la tos



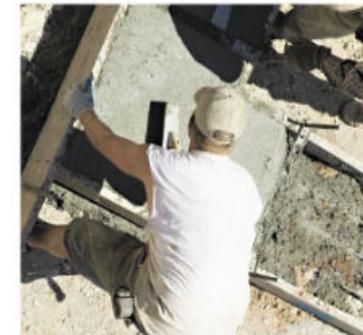
Medicamento en pastillas



Piedra arenisca (Arizona, EUA)



Cemento





## ACTIVIDAD EXPERIMENTAL

### Enfriar refrescos

**Propósito:** que el estudiante identifique el cambio en la temperatura de congelación al añadir sal a una mezcla de hielo y agua.

**Materiales y reactivos por equipo:** diez cubos de hielo, 150 mL de agua, 7 g de sal, balanza, termómetro, vaso transparente de 250 mL, cuchara sopera

### Procedimiento

- Formen equipos de tres personas para llevar a cabo la actividad y contesten las preguntas de manera individual en su cuaderno.
- Obtengan la masa del vaso vacío.
- Pongan el hielo en el vaso transparente. Aproximadamente a 2/3 de su capacidad.
- Añadan agua hasta cubrir el hielo y agiten vigorosamente.

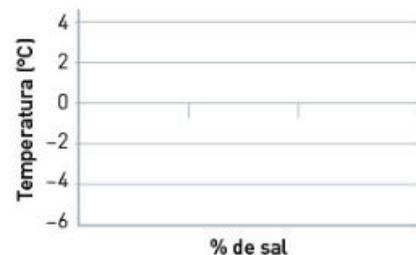
- Midan la masa del vaso con la mezcla de hielo y agua.
- Obtengan la masa de la mezcla (resten la masa del vaso obtenida en el paso 2, al valor obtenido en el paso 5).
- Registren la temperatura de la mezcla.
- Añadan 1 g de sal a la mezcla, agítenla y midan la temperatura.
- Repitan el paso anterior hasta completar los 7 g de sal. Agiten la mezcla y midan la temperatura hasta que ya no haya ningún cambio en ésta.

### Análisis de resultados y conclusiones

- Copien el siguiente cuadro en el cuaderno y complétenlo con sus resultados experimentales. Calculen en cada caso el porcentaje de sal en la mezcla.

Cantidad de sal (gramos)	Porcentaje de sal en la mezcla (%)	Temperatura (°C)
0	0	
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		

- En su cuaderno hagan una gráfica como la siguiente y representen cómo cambia la temperatura de la mezcla al aumentar el porcentaje de sal en ella.



- ¿Cómo se modifica la temperatura de congelación de la mezcla al aumentar el porcentaje de sal?
- Si tuvieras 1 kg de mezcla agua-hielo, ¿cuántos gramos de sal añadirías para tener la misma concentración de sal que en la mezcla con la que alcanzaste la temperatura mínima del experimento?
- Socialicen sus resultados con los demás equipos y si advierten discrepancias elaboren conclusiones de manera grupal.

Para calcular la concentración de la sal en la mezcla de agua-hielo dividan la masa de sal en cada caso entre la masa total de la mezcla. Si la mezcla agua-hielo pesa 150 g y añades 5 g de sal, para calcular la mezcla tendrías que dividir 5 g entre 155 g y multiplicarlo por 100 para obtener el porcentaje:

$$\% \text{ masa} = \frac{5 \text{ g}}{5 \text{ g} + 150 \text{ g}} \times 100 = 3.22\%$$

¿Alguna vez te has metido al mar y a una alberca? ¿Has notado que en el mar sientes que flotas más que cuando te metes a la alberca? ¿Crees que la cantidad de sal en el mar (figura 1.50) tenga que ver con la flotabilidad de las personas en él?

¿Recuerdas cómo definimos la densidad? Es la masa de una mezcla con relación al volumen que ocupa. En general, 1 mL de agua pesa 1 g por lo que la densidad del agua es 1 g/mL. Pero si añadimos sal, ¿qué ocurre con la densidad? Al añadir sal aumenta mucho la masa de la mezcla sin que aumente el volumen en la misma proporción, por lo mismo, la densidad del agua salada es mayor que la densidad del agua sin sal (figura 1.51).

### Separación de mezclas

Como ya viste en la sección anterior, las sustancias tienen diversas propiedades que las caracterizan. Esas mismas propiedades, como las temperaturas de fusión y de ebullición, la solubilidad, la densidad y otras, no solamente son empleadas para identificar sustancias, sino también para separarlas de alguna mezcla.

Hay muchos métodos para separar mezclas dependiendo del tipo de mezcla y de la propiedad del componente que deseamos separar. Por ejemplo, imagina que se te cae una moneda en un charco de lodo en la calle, ¿qué harías para sacarla sin tener que meter la mano en el agua sucia? (figura 1.52).

Otra propiedad muy usada para separar mezclas es la densidad; por ejemplo, si quisieras quitarle la nata a la leche o la grasa al caldo y no tuvieras una cuchara, ¿cómo le harías? (figura 1.53).



**Figura 1.53** Si tenemos una mezcla de agua con aceite o de nata y leche o de grasa y caldo, podemos: a) dejar que primero se separen las fases: la menos densa flotará en la superficie de la más densa y, b) una vez separadas las fases, decantar la sustancia menos densa y separarla de la otra.



**Figura 1.50** El agua de mar tiene entre 3% y 5% de concentración de sal. Al dejar que se evapore el agua se obtiene la sal común.



**Figura 1.51** El Mar Muerto, que se localiza entre Israel y Jordania, en el Oriente Medio, tiene una concentración de sal de entre 28% y 35%, por lo que para flotar en él no se requiere ningún esfuerzo. La densidad del agua del Mar Muerto es de hasta 1.24 g/mL.



**Figura 1.52** Una propiedad característica del hierro (un componente de algunas monedas) es que es atraído por los imanes. Así, cuando tengamos hierro en una mezcla, hay que usar un imán para separarlo.



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

### Lección 4. Toma de decisiones relacionada con: Contaminación de una mezcla Concentración y efectos

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

#### INICIO

#### MIS SABERES PREVIOS

##### 1. Lee la siguiente historia y contesta en tu cuaderno.

En San Pascualito el Alto, un pueblito muy lejano, sucedió que un día todos sus habitantes y hasta los perros amanecieron enfermos del estómago: tenían unos dolores y unas ganas de ir al baño que casi no podían hacer nada más que estar encerrados en su casa... El presidente municipal y su secretario, que habían ido a hacer unos trámites a la ciudad, al llegar al pueblo se espantaron y llamaron inmediatamente a un médico. "¿Qué será lo que enfermó a la gente?", se preguntaban el presidente municipal y su secretario, y todo el pueblo completo. Cuando llegó el médico y empezó a revisar a los enfermos, les dijo que era el agua del río, la cual bebían todos.

"Ja, ja, ja, ja, ja", exclamaron todos los que estaban ahí con el presidente y el médico. "Pero cómo va a creer", le dijo don Pancho al médico, "si el agua está bien clarita y limpiecita... ¡cómo va a ser que esté sucia!".

"Pues lo está, aunque no parezca", dijo el médico mientras empezaba a repartir medicinas. "Pero cómo cree que es el agua", insistió don Pancho, "si esa agua ni huele, ni sabe feo y está clarita, transparente como siempre".

"Pos yo digo que sí fue el agua, que está contaminada", dijo Jacinto después de tomarse las pastillas que le dio el doctor. "Ayer que andaba por allá arriba en el cerro, vi que había unos tambos con unas sustancias raras que se habían corrido hasta la orilla del río. A mí se me hace que se derramaron esas sustancias en el río y por eso se contaminó el agua... y ahora ya estamos enfermos todos".

"No pues yo no creo que sea eso, yo también vi que el agua estaba limpia y no sabía ni olía a nada", dijo doña Juana, "a lo mejor será que nos hicieron daño los tamales". "No, ¡cómo creen!, mis tamales no fueron... ni que todos hubieran comido, en cambio todos tomaron agua", dijo doña Teresa la tamalera... y total que unos empezaron a decir que sí era el agua y otros que no y casi se iban a dar de golpes cuando Julita, la hija de don Gonzalo, los llamó a todos cuando les dijo: "Bueno, ¿y cómo vamos a saber si es o no el agua? Y si es el agua, ¿qué vamos a hacer para no enfermarnos?".

Todos se callaron y se quedaron mirando unos a otros, sin saber qué responder...

- ¿Consideras que el médico tiene razón al decir que es el agua la que causó la enfermedad?
- ¿Qué se te ocurre que podrías responderle a Julita? ¿Cómo comprobarías que el agua está contaminada y qué harías para remediarlo?
- Argumenta tus respuestas y compártelas con tus compañeros.

#### DESARROLLO

#### Mezclas contaminadas

Como ya lo sabes, la mayoría de los productos químicos (naturales o sintéticos) con los que tenemos contacto para comer, lavarnos, limpiar la casa, y en general, para vivir, son mezclas homogéneas o heterogéneas con diferentes concentraciones de las sustancias que las componen.

Ya hemos visto que en las mezclas heterogéneas es posible distinguir los componentes; por ejemplo, si mezclamos clavos con canicas, agua con aceite o los ingredientes de una ensalada de verduras, distinguimos a simple vista los diferentes componentes en cada caso. Sin embargo, en las mezclas homogéneas no es posible distinguir los componentes y menos aún cuando éstos se encuentran en cantidades muy pequeñas. Esto no representaría ningún problema si no fuera porque, muchas veces, los constituyentes de una mezcla pueden ser nocivos para los seres vivos (por ejemplo, si el agua que bebemos o el agua de algún río que sirve de hábitat a muchos organismos está contaminada con arsénico o algún metal pesado) o pueden afectar las cosas que usamos (por ejemplo, algún ácido disuelto en el agua de lluvia que dañe nuestras construcciones).

#### ACTIVIDAD

##### Reconocer contaminantes

**Propósito:** que el estudiante reconozca distintos medios contaminados, las unidades de concentración de los contaminantes y discuta sobre sus efectos en la salud.

##### Nota 1

Desde 2010, cientos de toneladas de residuos y materiales contaminantes derivados de las actividades de la Compañía Minera de la Natividad y Anexas se derrumbaron en las inmediaciones de dicha empresa, ubicada en tierras comunales de Calpulálpam de Méndez. Al colapsarse, se vertieron al río Calpulálpam, generando una contaminación devastadora al río y a la vida humana y silvestre de esa zona. La empresa abandonó ese material y con las lluvias y el viento los restos continuaron el camino hacia el río referido. Estudios químicos independientes promovidos por la comunidad de Calpulálpam a partir de muestras de agua tomadas en abril de 2011 arrojaron 177 partes por millón (ppm) de arsénico y 117 ppm de plomo,

##### 1. A continuación encontrarás algunos fragmentos de notas tomadas de periódicos y revistas en las que se habla de la contaminación. Léelas con atención.

mo, niveles que son extremadamente altos y de gran riesgo para la vida humana y animal, según las normas y estándares internacionales. La contaminación del río no es la única amenaza. La compañía referida ha afectado, de manera irreversible, trece acuíferos y manantiales debido a las filtraciones de estas fuentes de agua hacia los túneles de la mina. Además, han sido afectadas varias hectáreas de áreas boscosas y de biodiversidad y de terrenos comunales al utilizarlas como depósitos de desechos tóxicos.

Tomado de Magdalena Gómez, "De Calpulálpam a Wirikuta", en *La Jornada*, 24 de abril de 2012, disponible en <http://www.jornada.unam.mx/2012/04/24/opinion/018a1pol> (Consulta: 18 de marzo de 2013).

### Nota 2

La contaminación es casi tan antigua como el hombre, y es resultado de sus actividades económicas y sociales. El problema es particularmente importante en relación al deterioro de materiales de construcción y de edificios del patrimonio histórico, arqueológico y cultural; en especial la piedra natural expuesta a la intemperie que se ve afectada por los contaminantes presentes en la atmósfera. La contaminación tiene un efecto directo o indirecto en los materiales reduciendo su vida activa, dañándolos y desfigurándolos. Esto es especialmente importante en los edificios y objetos de interés histórico-arquitectónico ya que degrada o destruye la herencia cultural y el sentido de continuidad de los pueblos y ciudades.

De forma general, el impacto debido a la lluvia ácida en estructuras se divide en tres partes: a) impacto en materiales naturales como calizas y areniscas; b) en materiales hechos por el hombre como son los metales y c) el impacto en monumentos históricos y sitios arqueológicos. El deterioro puede ocurrir debido a la disolución o fractura de la piedra. Las piedras calizas y areniscas contienen carbonatos que reaccionan con el ácido sulfúrico del agua de lluvia y las disuelven. Los metales son corroídos por las sustancias agresivas presentes en la atmósfera y en el agua de lluvia.

Tomado de Jorge Uruchurtu, "La contaminación en objetos del patrimonio histórico", en *Hypatia*, núm 32, octubre-diciembre de 2009, disponible en <[http://revistahypatia.org/index.php?option=com\\_content&view=article&id=273&Itemid=397](http://revistahypatia.org/index.php?option=com_content&view=article&id=273&Itemid=397)> [Consulta: 25 de marzo de 2013; adaptación].

### Nota 3

La mala calidad atmosférica provoca 14 734 muertes prematuras anuales, de acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS).

Mientras que, según datos de la Procuraduría General de la República (PGR), de enero a septiembre de 2011 hubo 12 903 muertes por hechos criminales.

"Pareciera que a la población ya no le importa tanto respirar un aire de mala calidad, sino al menos poder respirar cualquier aire, en términos de la amenaza que sufre por la inseguridad y por la violencia que hay. Tenemos que hacer un esfuerzo real

para poner este tema en la agenda pública", aseguró José Luis Lezama, de El Colegio de México [Colmex].

Durante el panel "Calidad del aire: los impactos a la salud y el costo de la inacción", expertos afirmaron que los contaminantes atmosféricos son responsables de miles de muertes prematuras porque complican y aceleran las defunciones por enfermedades cardiovasculares y respiratorias.

Tomado de Claudia Solera, "Contaminación del aire provoca 14 mil 734 decesos al año en México", en *Excelsior*, 15 de mayo de 2012, disponible en <<http://www.excelsior.com.mx/2012/05/15/nacional/834172>> [Consulta: 26 de marzo de 2013; adaptación].

1. Después de leer las notas, identifica los contaminantes que se mencionan en los textos y escribe a qué medio afectan (agua, aire, suelo, etcétera).
2. A partir de lo que se menciona en los textos, elabora una lista de todas las consecuencias que traen estos contaminantes, tanto a los seres vivos como

a los objetos materiales. Compártela con tus compañeros y discutan sus ideas.

3. En alguno de los textos se menciona una unidad de concentración de contaminantes, identifícala aunque aún no sepas su significado (lo sabrás más adelante).

Como leíste en las notas anteriores, la mayoría de los contaminantes a los que estamos expuestos están mezclados, ya sea en el agua (de ríos, lagos, mares o de lluvia), en el aire que respiramos o en el suelo que cultivamos y del cual obtenemos los alimentos; por ello, es importante que aprendamos a reconocer que, aunque estas sustancias no sean perceptibles a simple vista,

probablemente estén presentes en concentraciones muy pequeñas. Pero ¿qué tan pequeñas? ¿Cómo podemos cuantificar la cantidad de contaminantes que hay en una mezcla?

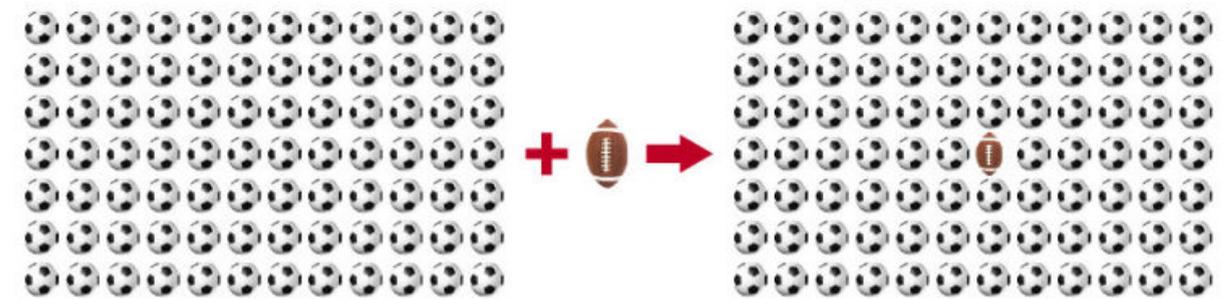
### Concentraciones muy pequeñas

En la lección anterior se señaló que para expresar la concentración de una mezcla usamos el porcentaje en masa o el porcentaje en volumen. Este porcentaje significa que tenemos una unidad de una sustancia por cada 100 unidades de la mezcla (ya sea en masa o en volumen). Pero, como es muy frecuente que los contaminantes se encuentren en concentraciones mucho más pequeñas (como lo viste en la actividad previa), es necesario recurrir a otra unidad: las partes por millón.

Esta unidad de concentración (partes por millón), se abrevia como ppm y significa que tenemos una unidad de la sustancia que nos interesa por cada millón de unidades de la mezcla. Por ejemplo, en las noticias que hemos revisado antes, particularmente en la nota 1, se hace referencia a estas unidades de concentración, cuando mencionan que al hacer un análisis químico del agua del río se encontró que había 177 ppm de arsénico, es decir, había 177 partes de arsénico por cada millón de partes de agua del río. En la nota también se dice que había 117 ppm de plomo, ¿qué significa esto?

Para no confundirnos, imaginemos que contamos con un millón de balones de fútbol soccer (figura 1.55). Si quitamos uno y lo cambiamos por un balón de fútbol americano, estaremos haciendo una mezcla, y este balón representaría una parte por millón; es decir, habría un balón de fútbol americano en un millón de balones en total. Como puedes ver, ésta es una concentración muy pequeña.

Figura 1.55 Representación de una parte por millón. Supón que a la izquierda hay un millón de balones y a la derecha hay otro millón al que se le ha agregado un balón más.



### PARA SABER MÁS

#### ¿Partes por millón o porcentaje?

Recordemos que hay diversas maneras de expresar la concentración de una sustancia. En la lección anterior estudiaste cómo calcular el porcentaje y aprendiste que 1% significa una unidad de sustancia en 100 unidades de mezcla.

Por otro lado, 1 ppm, significa una unidad de sustancia en 1 000 000 de unidades de mezcla. Eso significa que en la relación entre el porcentaje y las partes por millón se tiene:

$$1\% = \frac{1 \text{ unidad de soluto}}{100 \text{ unidades de mezcla}} = \frac{10\,000 \text{ unidades de soluto}}{1\,000\,000 \text{ unidades de mezcla}} = 10\,000 \text{ ppm}$$

Hagamos un cuadro de equivalencias:

%	ppm
0.0001	1
0.001	10
0.01	100
0.1	1000
1	10000
10	100000
100	1000000

Como ves, el uso de las partes por millón es más adecuado cuando se tienen concentraciones muy pequeñas, menores a 1%.

Para que te quede más claro qué es una concentración expresada en partes por millón en una mezcla, particularmente en una disolución, efectúa la siguiente actividad.

## ACTIVIDAD EXPERIMENTAL

### Partes por millón: una concentración muy pequeña

**Propósito:** que el estudiante exprese la concentración de una sustancia en partes por millón.

**Materiales y reactivos por equipo:** siete recipientes transparentes muy pequeños (como los de gelatina, pero de las más chiquitas), dos goteros nuevos, dos palillos mondadientes, rotulador indeleble o etiquetas pequeñas, 100 mL de concentrado de jamaica o col morada, 100 mL de agua embotellada

### Procedimiento

1. Asegúrate de que tu material esté limpio y seco.
2. Numera los vasos de 1 a 7 con el rotulador indeleble.
3. En el vaso 1, agrega diez gotas del concentrado.
4. En el vaso 2, coloca una gota del concentrado y nueve gotas de agua embotellada, y revuelve con el palillo.

5. Ahora toma una gota de la mezcla del vaso 2, colócala en el vaso 3 y agrega nuevamente nueve gotas de agua embotellada. Mezcla con el palillo.
6. Repite el procedimiento: toma una gota de la mezcla del vaso 3 y viértela en el vaso 4. Agrega nueve gotas de agua embotellada y mezcla con el palillo.
7. Toma una gota de la mezcla del vaso 4 y viértela en el vaso 5. Agrega nueve gotas de agua embotellada y mezcla con el palillo.
8. Toma una gota de la mezcla del vaso 5 y viértela en el vaso 6. Agrega nueve gotas de agua embotellada y mezcla con el palillo.
9. Toma una gota de la mezcla del vaso 6 y viértela en el vaso 7. Agrega nueve gotas de agua embotellada y mezcla con el palillo.

### Análisis de resultados y conclusiones

1. Observa las mezclas y compáralas. ¿Cuáles son las diferencias entre ellas y a qué se deben?

2. Al agregar agua gradualmente a partir de la primera mezcla concentrada, estás haciendo una dilución, es decir, una disminución de la concentración. En este caso, como estamos haciendo di-

luciones de una gota de concentrado, en un total de diez gotas de disolución (vaso 2) y luego otra vez la diluimos en relación de 1 a 10 (vaso 3), entonces se tiene lo siguiente.

Vaso	Dilución
1	Concentrado inicial
2	1 gota de concentrado/10 gotas de disolución = 1/10
3	[1 gota dilución 1/10]/10 gotas de disolución = $1/(10 \times 10) = 1/100$
4	[1 gota de dilución 1/100]/10 gotas de disolución = $1/(100 \times 10) = 1/1000$
...	

Y así sucesivamente para los otros vasos. Copia el cuadro en tu cuaderno, complétalo y calcula la concentración en ppm (recuerda que  $1 \text{ ppm} = 1/1\,000\,000 = 1 \times 10^{-6}$ ).

Vaso	Dilución	Concentración (ppm)
1	1	$1 \times 1\,000\,000 = 1\,000\,000$
2	1/10	$(1/10) \times 1\,000\,000 = 100\,000$
...		
7		

Observando los datos del cuadro, ¿en qué consideras que es más adecuado usar la concentración en ppm? Si en algunos casos es más adecuado usar porcentaje, calcúlalo y escríbelo en la tabla.

## Aunque sea en pequeñas cantidades... ¡nos hace daño!

Como has leído a lo largo de esta lección, las partes por millón sirven para indicar concentraciones pequeñas de sustancias en una mezcla, particularmente de contaminantes. En muchas ocasiones, a pesar de que estas sustancias se encuentran en cantidades ínfimas, son muy nocivas para el organismo y ocasionan enfermedades o la muerte debido a su toxicidad. Ya se ha dicho que estos contaminantes están presentes tanto en el aire, como en el agua y el suelo. En seguida, estudiarás con más detalle cómo es la contaminación en cada caso.

### Contaminación del aire

Desde que fue capaz de transformar su entorno por medio del uso de herramientas, el ser humano ha modificado y contaminado el ambiente. Sin embargo, a partir de la Revolución Industrial iniciada en Reino Unido a finales del siglo XVIII, la contaminación atmosférica empezó a incrementarse exponencialmente, ya que el trabajo manual fue reemplazado por maquinaria de vapor (que obtenía su energía a partir de la quema de carbón). Posteriormente, con el desarrollo de la tecnología, el uso de otros combustibles como los hidrocarburos derivados del petróleo se hizo más intenso y, con ello, la contaminación del aire también aumentó (figura 1.56).

## GLOSARIO

**Toxicidad:** se refiere a la capacidad de una sustancia de producir efectos adversos en un ser vivo.



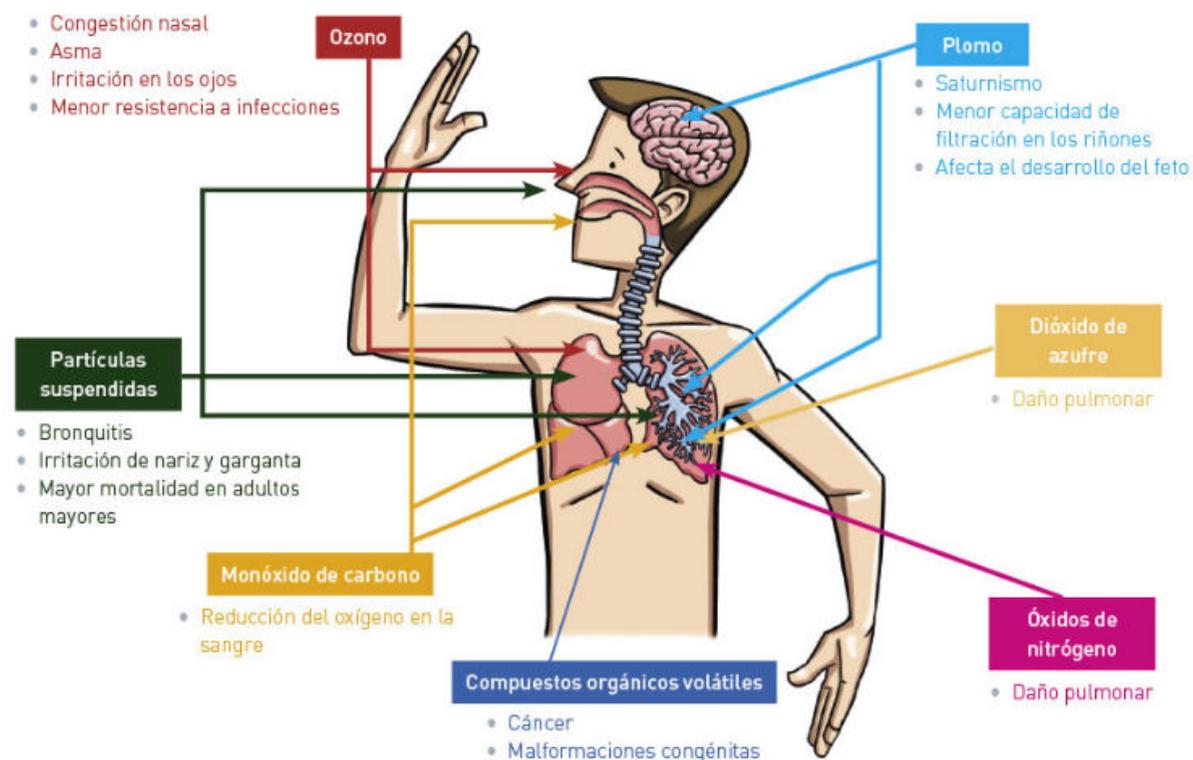
**Figura 1.56** Prácticamente desde finales del siglo XIX hasta nuestros días, el problema de la contaminación se ha convertido en una constante en muchas ciudades de todo el mundo, lo que ha generado diversos problemas de salud.



**Figura 1.57** En muchas comunidades del interior de nuestro país es común que se cocine utilizando carbón o leña como combustibles.

Los principales contaminantes del aire son el dióxido de azufre,  $\text{SO}_2$ ; el monóxido y el dióxido de carbono,  $\text{CO}$  y  $\text{CO}_2$  (figura 1.57); los óxidos de nitrógeno (sobre todo el dióxido de nitrógeno,  $\text{NO}_2$ ), las partículas suspendidas (como el plomo, por ejemplo); y los compuestos orgánicos volátiles (como la gasolina y el diésel); y el ozono,  $\text{O}_3$ .

Un problema de especial relevancia es el que se tiene en las comunidades donde se utiliza leña o carbón para cocinar o calentar las viviendas en época de frío. Lo que ocurre con estos combustibles es que no se queman completamente y producen monóxido de carbono ( $\text{CO}$ ), éste compuesto al ser respirado reduce el oxígeno en la sangre, lo cual, después de cierto periodo de exposición, puede causar la muerte. Por eso la habitación donde se quema leña o carbón, siempre debe estar muy ventilada. Como podrás darte cuenta estos contaminantes tienen diversos efectos sobre nuestra salud y afectan en mayor medida a las personas, dependiendo de la vulnerabilidad de éstas; es decir, los niños, los adultos mayores y las personas con enfermedades respiratorias son los más afectados. En la figura 1.58 se pueden ver algunos de los efectos de estas sustancias.



**Figura 1.58** Efectos de algunos contaminantes en la salud.

Como has visto, estas sustancias son nocivas para el organismo; por ello, la Secretaría de Salud ha establecido límites de exposición permisibles para algunos de estos gases, es decir, la máxima concentración a la que se puede estar expuesto. Como verás, son cantidades muy pequeñas, pues su concentración está expresada en partes por millón [cuadro 1.2 de la siguiente página].

**Cuadro 1.2** Límites de exposición aguda de los principales contaminantes del aire

Contaminante	Límites de exposición aguda	
	Concentración	Tiempo máximo de exposición continua
Ozono ( $\text{O}_3$ )	0.11 ppm	1 hora
Dióxido de azufre ( $\text{SO}_2$ )	0.13 ppm	24 horas
Monóxido de carbono ( $\text{CO}$ )	11 ppm	8 horas
Dióxido de nitrógeno ( $\text{NO}_2$ )	0.21 ppm	1 hora

Tomado de *Diario Oficial de la Federación*, 23 de diciembre de 1994.

**Contaminación del agua**

Además del aire que respiramos, una sustancia vital es el agua. Aunque en nuestro planeta hay una gran cantidad de agua, 97.5% de ella es salada, y se encuentra en los mares y océanos, lo que significa que apenas 2.5% de toda el agua es dulce. Esta última, en su mayoría, se encuentra en cuerpos de agua superficiales como ríos, manantiales y lagunas, en glaciares y capas de hielo en los polos, y una porción importante en depósitos subterráneos profundos de difícil acceso (figura 1.59).

Si ya es un problema para los seres vivos la poca disponibilidad de agua, el asunto se hace más grave cuando nos damos cuenta de que gran parte del agua que antes estaba disponible, hoy está contaminada y por eso no tiene la calidad para ser consumida (figura 1.60). Cuando hablamos de la calidad del agua nos referimos a las sustancias y microorganismos que contiene. Para determinar la calidad del agua es necesario conocer algunas características que la afectan, esto es, la cantidad y el tipo de sustancias dispersas en ella (sales disueltas, metales pesados, compuestos orgánicos) y de microorganismos presentes (virus, bacterias y hongos, entre otros).

**GLOSARIO**

**Límites de exposición aguda:** máxima concentración de una sustancia a la que puede estar expuesto un individuo a corto plazo (tiempo máximo).



**Figura 1.59** Sólo 0.3% del agua dulce disponible en el mundo se localiza en lugares accesibles, como lagos y ríos, en los que puede ser utilizada por los seres vivos.



**Figura 1.60** El agua contaminada ya no se usa para beber, ni para riego de cultivos, ni en la industria.



## POST DE BIBLIOTECA

Hernández, A., Soberón, J.,  
*Contaminación por desechos*,  
SEP-Santillana, México (2002).

Según la normatividad oficial vigente, los residuos peligrosos son sustancias que, dependiendo de sus características corrosivas, reactivas, explosivas, inflamables, tóxicas y biológico-infecciosas, representan un riesgo para el equilibrio ecológico, el ambiente y la salud. Por ejemplo, muchas de esas sustancias favorecen el desarrollo de cáncer o aumentan la predisposición a padecerlo. Otros residuos, como los de los hospitales (conocidos como biológico-infecciosos y que incluyen sangre, tejidos, cultivos de células y los recipientes que los contienen, entre otros) también representan un serio riesgo para la salud, pues son vehículo de enfermedades como la hepatitis, el sida y la tuberculosis, entre otras, y por ello se les debe dar un manejo especial.

### CIERRE

Has visto a lo largo de esta lección que las mezclas con las que tenemos contacto pueden estar contaminadas, es decir, pueden contener sustancias que aunque estén en cantidades muy pequeñas representan un riesgo para la salud. Por ello, es necesario estar informados sobre la calidad del aire, agua y suelo para evitar enfermedades, pero sobre todo, debemos poner atención a las actividades que llevamos a cabo (desde las cotidianas hasta las industriales) para evitar la contaminación del medio ambiente.

### PARA SABER MÁS

Los insecticidas permanecen 10 años o más en los suelos sin descomponerse. Se ha demostrado que insecticidas como el DDT, se introducen en las cadenas alimentarias y se concentran en el tejido graso de los animales.

## ¿CÓMO AVANCÉ EN MIS CONOCIMIENTOS?

### La contaminación en mi comunidad

**Propósito:** que el estudiante identifique algunos tipos de contaminación presentes en su propia comunidad.

Forma equipo con dos, tres o cuatro personas y contesten lo siguiente:

1. Lleven a cabo una investigación de campo (investiguen en periódicos locales o pregunten a sus familiares o a las autoridades) sobre la contaminación de su localidad. Por ejemplo, si hay un río o playa contaminada por alguna fábrica o problemas con el basurero municipal, si el agua potable no tiene buena calidad, etcétera. Incluyan información sobre los posibles efectos de esta contaminación en la población y en el medio ambiente de su comunidad.

2. De acuerdo con la información recopilada, propongan diversas estrategias que contribuyan a la reducción de esa contaminación.

3. Hagan una presentación de su investigación ante sus compañeros.

Sugerencia: en las siguiente ligas pueden obtener información para su trabajo:

<<http://www.redir.mx/SQAR56a>>,  
<<http://www.redir.mx/SQAR56b>>

4. Regresa a la actividad de inicio (página 46 y 47) y responde las preguntas nuevamente. Si adviertes que cambió tu conocimiento, coméntalas con tus compañeros y compañeras de grupo y corrígelas.

## Primera revolución de la química

### Lección 5. 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.

### INICIO

Como vimos en la lección 1 de este bloque, la química es una ciencia y las ciencias tienen una historia. En esa historia intervienen mujeres y hombres que han aportado su esfuerzo y dedicación para entender el mundo que los rodea. Todas las civilizaciones antiguas usaban el conocimiento químico en muchas actividades cotidianas: en la preparación de la comida, en el teñido de telas, en la elaboración de pinturas para murales, en la obtención de remedios para enfermedades. Sin embargo, como disciplina científica podemos identificar el comienzo de la química a finales del siglo XVIII, en lo que se ha llamado la primera revolución de la química. De ésta y de sus personajes principales trata esta lección.

### MIS SABERES PREVIOS

1. Recuerda algunas de las principales revoluciones de la humanidad. Escoge dos de ellas (de preferencia de diferente ámbito) y completa el cuadro en tu cuaderno.

Revolución (nombre general)	Fecha (período)	Tipo (social, cultural, económica, tecnológica)	Principales características (¿por qué surge?, ¿dónde?, ¿qué consecuencias tuvo?, ¿quiénes fueron sus principales protagonistas?, etcétera)
1.			
2.			

2. Comparte tu información con tus compañeros y respondan la siguiente pregunta.
  - ¿Qué tienen en común esas revoluciones?

### DESARROLLO

#### ¿Qué es una revolución?

A lo largo de la historia, las personas que conforman las sociedades se han caracterizado por tener cambios en su modo de vivir, de vestir, de ver el mundo e, incluso, en cómo se relacionan con los demás. Cuando ocurren cambios muy grandes, es decir, cuando hay una transformación profunda en la manera de entender el mundo respecto al pasado inmediato, se dice que hay una revolu-



Figura 1.63 Durante muchos años se usó el modelo geocéntrico de Ptolomeo en el que la Tierra está ubicada en el centro del Universo.

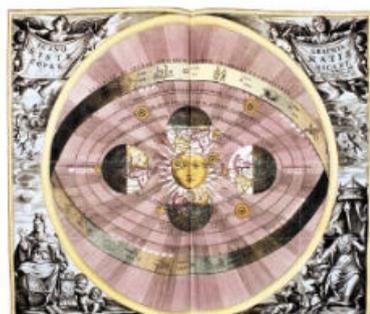


Figura 1.64 En el modelo heliocéntrico de Copérnico, a diferencia del de Ptolomeo, el Sol se ubica en el centro del Sistema Solar.

ción. Una revolución puede darse en diversos ámbitos: económico y tecnológico (como la Revolución Industrial), político y social (como la Revolución mexicana).

La ciencia también ha tenido momentos históricos a los que se les llama *revoluciones científicas* y que están relacionados con un cambio en la manera de interpretar la realidad. Por ejemplo, antes de Nicolás Copérnico (1473-1543), nadie dudaba de que la Tierra y el hombre se ubicaban en el centro del Universo (figura 1.63). Después de sus investigaciones y de publicar el libro *Sobre las revoluciones de las esferas celestes*, se estableció que el Sol se encuentra en el centro del Sistema Solar y se consideró a la Tierra como uno más de los planetas que giran alrededor de él (figura 1.64).

Este cambio de pensamiento, aunque no fue inmediato, marcó un momento importante en la historia científica de la humanidad, pues transformó radicalmente la interpretación del mundo; en otras palabras, ocurrió una revolución científica. Según algunos historiadores de la ciencia, las revoluciones científicas se caracterizan por:

1. proporcionar una nueva y más amplia explicación sobre algún fenómeno, más convincente respecto a las explicaciones anteriores para el mismo fenómeno;
2. responder a algún problema científico para el cual no se tenía una solución hasta ese momento;
3. ampliar el conocimiento acerca de una disciplina, pues esa nueva manera de interpretar el mundo contribuye al desarrollo de nuevos conocimientos dentro de una misma disciplina y, a veces, hasta de otras.

Pero ¿hay revoluciones científicas todo el tiempo? La respuesta es no. En realidad, se pueden identificar unas cuantas en la historia de diferentes disciplinas. En química, por ejemplo, varios momentos históricos han cambiado la manera de interpretar los fenómenos químicos, y en este libro trataremos algunos aspectos de tres revoluciones químicas (cuadro 1.5).

#### Cuadro 1.5 Las tres revoluciones de la química

Revolución	Período en que ocurrió	Científicos involucrados	Conceptos de la química que se modificaron
primera	1770-1790	A. Lavoisier	Química cuantitativa: Ley de la conservación de la masa
segunda	1855-1875	S. Cannizaro D. Mendeleiev	Tabla periódica
tercera	1904-1924	G. N. Lewis L. Pauling	Química eléctrica

Es probable que preguntes por qué tan pocas. Bueno, esto es porque para que ocurra una revolución deben confluír muchos factores que la hagan posible: económicos, políticos, sociales y, claro, científicos y tecnológicos. Sin embargo, aunque sean pocas, lo principal es que tengas claro que éstas suceden porque el conocimiento científico es tentativo, es decir, puede cambiar a lo largo del tiempo, dependiendo del avance en el conocimiento, como ya lo vimos en los casos de Ptolomeo y Copérnico.

Podemos observar este carácter tentativo de la ciencia en varias disciplinas. Por ejemplo, en la Grecia clásica se pensaba que todos los materiales estaban hechos de cuatro elementos: aire, agua, tierra y fuego. Con el tiem-

po y con el avance del conocimiento, se ha comprendido que están constituidos por átomos y posteriormente que esos átomos, a su vez, están conformados por partículas subatómicas como electrones, protones y neutrones, entre otras (figura 1.65).

Otro ejemplo lo tenemos en biología con la famosa teoría de la generación espontánea, en la que se afirmaba que la vida surgía de manera espontánea a partir de materia orgánica. Tiempo después, con los experimentos de Louis Pasteur se comprendió que la vida sólo puede originarse a partir de otro ser vivo, es decir, que una fruta en descomposición, no genera moscas por sí misma, sino que éstas nacen necesariamente de huevecillos dejados ahí previamente por otra mosca (figura 1.66).

En química, uno de los ejemplos más claros de cómo la ciencia cambia según el avance científico y tecnológico, es la teoría del flogisto, que enunciaba que los materiales se incendiaban gracias a que contenían una sustancia llamada flogisto y que ésta se liberaba como cuando ocurría la combustión. Durante mucho tiempo se creyó en esta idea y gracias a los experimentos de varios científicos (figura 1.67), hoy sabemos que el flogisto no existe y que el oxígeno es la sustancia que permite la combustión.

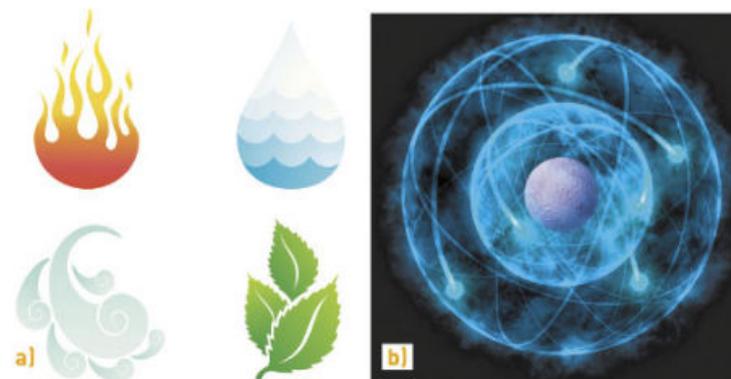


Figura 1.65 a) En la antigüedad, filósofos como Aristóteles pensaban que todas las cosas estaban hechas de cuatro elementos: aire, agua, tierra y fuego. b) Hoy sabemos que los materiales están conformados por átomos y sus distintas partículas subatómicas.

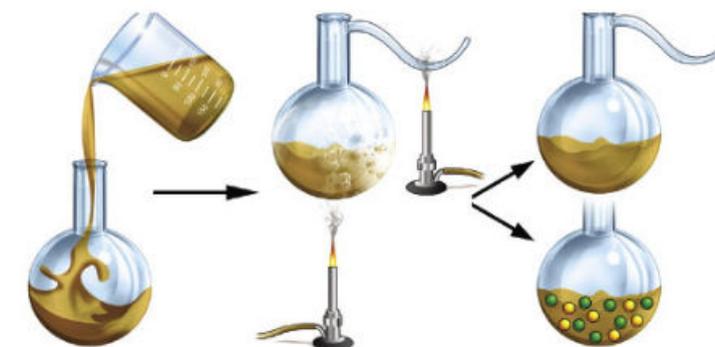


Figura 1.66 Para cuestionar la teoría de la generación espontánea, Louis Pasteur puso un caldo en dos matraces, uno con un cuello de "cisne" y otro abierto; calentó ambos (para matar los microbios que pudiera haber en ellos) y con el tiempo observó que en el que estaba abierto y en contacto con el medio ambiente habían crecido microorganismos, mientras que en el otro no, debido a que se dificultaba el paso de éstos por la forma del cuello del recipiente.



Carl W. Scheele  
(1742-1786)



Joseph Priestley  
(1733-1804)



Henry Cavendish  
(1731-1810)



Joseph Black  
(1728-1799)



Antoine Lavoisier  
(1743-1794)

Figura 1.67 Gracias al trabajo de varios científicos se determinó la falsedad de la teoría del flogisto y se supo que el oxígeno es el elemento necesario para la combustión.

Estos ejemplos son sólo algunos de los muchos que hay en las ciencias y que nos hacen pensar que las teorías científicas son susceptibles de modificación en la medida en que se adquieren más conocimientos y se hacen descubrimientos en las diferentes disciplinas. Esto se ha conseguido con el esfuerzo de muchas mentes y también con diferentes desarrollos tecnológicos, herramientas e instrumentos por medio de los cuales se consideran los fenómenos con una nueva perspectiva.

A lo largo de este libro estudiaremos los conocimientos que han cambiado y desarrollado a la ciencia química; para ello, analizaremos las tres revoluciones antes mencionadas. Por el momento, se tratará la primera revolución química, cuyo personaje principal, Antoine Laurent Lavoisier (1743-1794), considerado el padre de la química moderna, con ayuda de su esposa y gracias a su formación académica, a su paciencia, y a su manera muy particular de hacer las cosas, estableció una de las leyes fundamentales de la química: la Ley de la conservación de la masa.

### ¿Quién fue Antoine Laurent Lavoisier?

Antoine Laurent Lavoisier nació en una familia francesa con solvencia económica y con formación académica, de tal modo que gracias a esta combinación fue una persona educada en muchos ámbitos, lo que, aunado a su inteligencia, hizo que se convirtiera en un hombre brillante e importante para la historia de la química.

En 1754, Lavoisier inició sus estudios en el Colegio Mazarin, donde fue instruido por algunos de los científicos más importantes de la época y adquirió una buena formación en ciencias: matemáticas, física experimental, astronomía, botánica, geología y química. Después, en 1761, un poco influido por su padre, decidió iniciar estudios en derecho en una muy prestigiosa institución francesa: La Sorbona. Pero, como a él le gustaban mucho las ciencias, continuó asistiendo a cursos de química (con Guillaume François Rouelle, considerado uno de los fundadores de la química en Francia), participando en excursiones geológicas y haciendo estudios de mineralogía.

En 1768, Lavoisier se incorporó al trabajo con la Hacienda General que se encargaba de recaudar impuestos. Tres años después, en 1771, se casó con Marie-Anne Pierrete Paulze [1758-1836], una jovencita de posición acomodada de apenas 13 años de edad [figura 1.68].

Algunos historiadores dicen que gracias a la dote que recibió Lavoisier al casarse con Marie-Anne, construyeron un laboratorio muy completo, de donde partían sus investigaciones en química. En su laboratorio invirtió grandes sumas de dinero, pues mandó construir numerosos y sofisticados aparatos, la mayoría diseñados por él: tenía alrededor de 13 000 aparatos de química y más de 250 instrumentos de física.

¿Piensas que hoy sería posible para un solo científico tener tantos aparatos y construir su propio laboratorio? ¿Qué diferencias hay entre Lavoisier y los científicos actuales?

Lavoisier fue aceptado como miembro de la Academia Real de Ciencias de París en 1768 cuando sólo tenía 25 años de edad. En cuanto a su desempeño laboral, fue un hombre muy versátil: ocupó diversos cargos públicos; por ejemplo, fue director de los trabajos para la fabricación de pólvora, miembro de una comisión para establecer un sistema uniforme de pesas (que después se convertiría en la Conferencia General de Pesas y Medidas) y comisario del



**Figura 1.68** Madame Lavoisier se convirtió no sólo en la ayudante de laboratorio de Antoine Lavoisier, sino también en la ilustradora de sus libros y en la traductora de sus textos del inglés y latín al francés.

tesoro. También trabajó en la mejora del sistema de alumbrado de París y posteriormente trató de introducir reformas en el sistema monetario.

¿Los científicos de hoy tendrán muchos trabajos diferentes? ¿Conoces alguno? ¿Qué tipo de cosas hacen?

En el ámbito de la ciencia, las contribuciones de Lavoisier [figura 1.69] fueron invaluable, pues revolucionó el campo de la química al inventar **métodos analíticos**, con lo que identificó elementos y estableció la ya mencionada Ley de la conservación de la materia (aspectos que estudiaremos más adelante). Sin embargo, a pesar de lo mucho que contribuyó a la ciencia, en la época en que vivió, Francia atravesaba una situación complicada: poco tiempo atrás había triunfado la Revolución francesa y prácticamente todo era caótico en ese país. No obstante que Lavoisier estaba a favor de la Revolución y que contribuía académica e industrialmente con su país, su condición de miembro y cobrador de impuestos fue determinante para su destino: el 24 de noviembre de 1793 Lavoisier fue acusado de ser abusivo en el cobro de los impuestos, además de otros delitos (como adulterar tabaco al agregarle sustancias que lo mantenían seco).

Cuando fue detenido y juzgado, Lavoisier se ocupaba en varios experimentos importantes, por lo que, al aceptar su sentencia de muerte, solicitó que ésta se retrasara hasta concluir su trabajo. Lamentablemente, se dice que el juez, en una declaración que es preciso recordar para que no se repita, dijo: "La nueva República no tendrá necesidad ni de ciencia ni de científicos. ¡Que le corten la cabeza!".

¿Por qué es ésta una declaración que no se debería repetir?

Así, el 8 de mayo de 1794, a la edad de 51 años, Lavoisier fue guillotinado. Se dice que Joseph-Louis Lagrange [1736-1813], destacado matemático de origen italiano, amigo de Lavoisier, dijo el día siguiente: "Ha bastado un instante para cortar su cabeza y habrán de pasar cien años antes de que Francia produzca otra igual". Y tal vez así fue.

### GLOSARIO

**Métodos analíticos:** métodos que se usan en el laboratorio para determinar la composición química de un material.



**Figura 1.69** Lavoisier trabajando con un alambique en su laboratorio.

### ACTIVIDAD

#### Análisis de la vida de Lavoisier

**Propósito:** que el alumno identifique que el contexto sociocultural de los científicos influye en el desarrollo de sus investigaciones y aportaciones al desarrollo de la ciencia.

Con base en lo que acabas de leer sobre la vida de Lavoisier, contesta en tu cuaderno.

1. A tu juicio, ¿qué condiciones particulares de la vida de Lavoisier (no sólo su inteligencia) favorecieron que él se convirtiera en un importante científico?

2. Investiga un poco más sobre madame Lavoisier. ¿Qué tan importante te parece su presencia en la vida personal y profesional de Antoine Lavoisier? ¿Piensas que sin su ayuda él habría llegado a los mismos hallazgos?
3. ¿Consideras que Lavoisier habría hecho mayores aportaciones a la ciencia si la situación política y social de su país hubiera sido otra? ¿Por qué?
4. ¿Por qué consideras que debemos conocer la historia de cómo avanza la ciencia?
5. Comparte y discute tus respuestas con el resto de tus compañeros y con la guía del profesor.



5. Observa lo que ocurre. Anota tus observaciones y registra la masa que mide la balanza hasta que ya no haya cambios en el agua.
6. Repite el experimento tres veces y registra todos tus resultados.

#### Experimento 2

1. Agrega 50 mL de agua al matraz o frasco y tápalo con un globo.
2. Asegúrate de que tu balanza esté calibrada.
3. Mide simultáneamente la masa tanto del matraz tapado como de la pastilla efervescente. Regístrala.
4. Agrega la pastilla al matraz y vuelve a tapar el matraz (sin quitarlo de la balanza). Asegúrate de que quede perfectamente cerrado.
5. Observa lo que ocurre. Anota tus observaciones y registra la masa que mide la balanza.
6. Repite el experimento tres veces y registra todos tus resultados.

#### Análisis de resultados y conclusiones

Después de hacer ambos experimentos y registrar tus resultados, contesta lo siguiente.

1. ¿Qué ocurre cuando agregas la pastilla efervescente al agua?

#### ¿Abierto o cerrado?

Además del uso de la balanza, Antoine Lavoisier tuvo la capacidad de darse cuenta de que obtendría diferentes resultados según el tipo de sistema con el que trabajara.

Pero ¿a qué nos referimos con la palabra sistema? En química, un sistema es una porción de cuerpo material con límites específicos que es considerado para ser estudiado con un objetivo específico. Por ejemplo, en los experimentos que acabas de hacer, cada matraz o recipiente junto con las sustancias que contenía constituyó un sistema, el cual consideraste para observar y estudiar lo que sucedía en él.

Los límites de un sistema nos ayudan a identificar si hay un intercambio de materia o energía desde el sistema hacia su entorno o desde el entorno hacia el sistema. Para nuestros propósitos basta con identificar dos tipos de sistemas (figura 1.72 de la página siguiente):

1. **sistema abierto:** la masa y la energía pueden entrar y salir del sistema sin impedimento alguno;

2. ¿Por qué es necesario que en ambos experimentos se mida la masa de cada material y sustancia al mismo tiempo?
3. En el experimento 1, ¿hay diferencia en la masa antes y después de agregar la pastilla? ¿A qué se debe?
4. En el experimento 2, ¿hay diferencia en la masa antes y después de agregar la pastilla? ¿A qué se debe?
5. ¿Qué hace que haya diferencias en los resultados de los dos experimentos si se produce la misma reacción?
6. ¿De qué sirve repetir cada experimento tres veces?
7. Con ambos experimentos, ¿a qué conclusiones puedes llegar respecto a la Ley de la conservación de la masa?
8. ¿Qué similitudes encuentras entre lo que acabas de hacer y el trabajo de Lavoisier?
9. Si Lavoisier no hubiera empleado esa metodología, ¿consideras que habría llegado a encontrar esa ley? ¿Por qué?
10. Comparte y discute tus respuestas con tus compañeros de grupo.

2. **sistema cerrado:** la masa que hay en el sistema no cambia (no entra ni sale) y es sólo la energía la que puede entrar o salir del sistema (por ejemplo, en forma de calor).

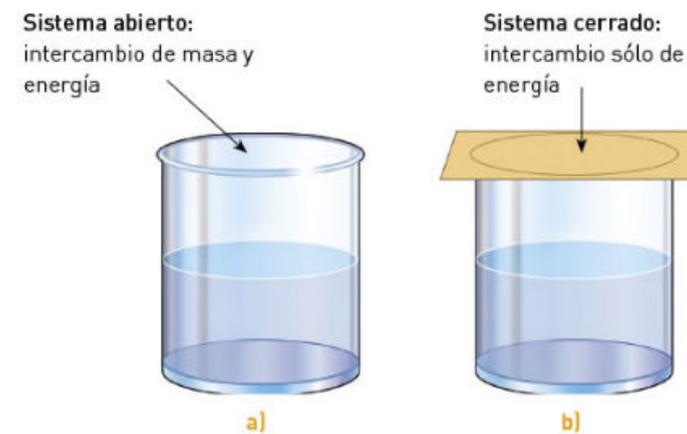


Figura 1.72 Dos tipos de sistemas: a) sistema abierto y b) sistema cerrado.

#### CIERRE

Lavoisier fue el primero en diseñar y hacer experimentos químicos cuantitativos y con ello logró demostrar que en las reacciones químicas la cantidad de materia siempre es la misma al inicio y al final de éstas.

A partir de este enorme descubrimiento se establecieron las bases de la química moderna, pues se encontraron mejores respuestas que explicaban los fenómenos químicos en los que intervienen reacciones.

#### ¿CÓMO AVANCÉ EN MIS CONOCIMIENTOS?

Observa las siguientes imágenes que representan dos experimentos.



Experimento 1. Reacción de combustión de magnesio con oxígeno

Experimento 2. Reacción de combustión de magnesio con oxígeno

1. ¿Qué tipo de sistema se tiene en cada experimento? ¿Cuál es la diferencia entre ambos?
2. Explica qué ocurre en cada imagen con base en lo que has aprendido.
3. ¿Cómo se relacionan estos experimentos con los que hizo Lavoisier?
4. ¿Por qué la masa no cambia en el segundo experimento?

## ¿Cómo desarrollar los proyectos?

Aprender a hacer tus propios proyectos es una gran oportunidad no solamente para saber nuevas cosas, sino también para desarrollar habilidades importantes para la vida, además de una oportunidad para que investigues aspectos de tu comunidad, de tu país, o del mundo, que siempre te habían parecido interesantes. Llevando a cabo proyectos escolares conocerás más sobre la comunidad en que vives y pensarás diferentes maneras de resolver problemas de relevancia.

A veces creemos que todo el conocimiento está en los libros o que los maestros son los que tienen que enseñarnos porque nosotros no sabemos. Hacer proyectos es una excelente oportunidad para que junto con tus compañeros muestres lo que sabes y lo que te interesa conocer; también para que reconozcas todo lo que los miembros de tu familia y tu comunidad saben. Hacer proyectos es una oportunidad para que tú y tus compañeros generen conocimientos que pueden ser útiles para otros.

Aunque trabajar en equipo no siempre es fácil, siempre será mucho mejor que hacerlo de manera individual: se comparten ideas, se distribuye el trabajo y se aprovechan las habilidades particulares de cada persona. Sin embargo, para tener éxito se requiere una muy buena organización, paciencia, responsabilidad, buena actitud y, sobre todo, compromiso de cada uno de los integrantes del equipo (figura 1.73).

A continuación te presentamos algunas ideas para tu proyecto que podrán servir como punto de partida para que comiences a investigar lo que a ti te interesa sobre un tema. Además, para hacer la investigación, te proponemos que uses el siguiente esquema, al que denominaremos Círculo de los proyectos estudiantiles en ciencias (figura 1.74). Es importante que recuerdes que cuando alguien hace una investigación siempre se queda con más preguntas que respuestas, por ello, el Círculo de los proyectos y el ciclo de la investigación puede continuar varias veces.

A continuación te presentamos algunas ideas para tu proyecto que podrán servir como punto de partida para que comiences a investigar lo que a ti te interesa sobre un tema. Además, para hacer la investigación, te proponemos que uses el siguiente esquema, al que denominaremos Círculo de los proyectos estudiantiles en ciencias (figura 1.74). Es importante que recuerdes que cuando alguien hace una investigación siempre se queda con más preguntas que respuestas, por ello, el Círculo de los proyectos y el ciclo de la investigación puede continuar varias veces.



Figura 1.74 Círculo de los proyectos estudiantiles en ciencias.

El círculo de los proyectos de investigación tiene cuatro fases, pero éstas no son excluyentes, sino que muchas veces al llevar a cabo una de estas fases tenemos que regresar a una fase anterior. Aunque la mayor parte del tiempo del proyecto se invierte en la tercera fase ("Hacer el proyecto") es muy impor-

tante explorar lo que sabemos y también planear para lograr un buen proyecto. También desde el inicio es necesario empezar a pensar cómo se presentará el proyecto. No esperen hasta el último día antes de la entrega porque seguro no sale nada bueno. Hacer bien el proyecto necesita tiempo y mucho trabajo, pero el aprendizaje puede ser tanto, que seguro vale la pena. En la figura 1.75 se describen algunas de las actividades comunes en cada una de las fases del Círculo de los proyectos estudiantiles.

Fase 1. Explorar el tema	Fase 2. Definir el problema	Fase 3. Participar en el desarrollo del proyecto y dar respuesta al problema	Fase 4. Comunicar y evaluar el proyecto
Lluvia de ideas de todo lo que sepan y todas las preguntas que les surjan sobre un tema; asociación de palabras; recorridos por la comunidad para identificar aspectos relacionados con el tema; mapa mental o esquema con todo lo que se sepa del tema y a partir de él, identificar aspectos que se desconozcan y deseen investigar.	Búsqueda de recursos en bibliotecas y en Internet; un segundo esquema sobre un tema particular; hacer visitas a museos, centros de investigación, etcétera; entrevistar a especialistas del tema y a personas cercanas (madres, tíos u otros miembros de la comunidad) que sepan algo sobre el tema.	Selección y organización de la información; elaboren mapas conceptuales, registros (por ejemplo, un diario de campo); hagan experimentos y diseñen prototipos.	Dramatizaciones, maquetas y prototipos, trípticos, carteles, infografías, folletos, simulaciones en computadora, presentaciones audiovisuales (videos, podcast, programas de radio, etcétera).

Figura 1.75 Fases para llevar a cabo un proyecto.

Sobre un mismo tema puedes hacer diferentes tipos de proyectos; algunos proyectos pueden ser comunitarios, es decir, para comprender y conocer casos que suceden en tu localidad, otros son científicos, es decir, te interesa conocer cómo funcionan las cosas y hacer experimentos que te ayuden a entenderlo. Otros proyectos son más tecnológicos, es decir, tienen el objetivo de diseñar un artefacto que resuelva un problema. Qué tipo de proyecto hagan dependerá del tema que les interese, pero también de los recursos materiales y humanos que tengan disponibles y del tiempo necesario para llevarlo a cabo.

A continuación, vamos a describir con un poco más de detalle las fases del Círculo de los proyectos estudiantiles en ciencias, por medio de la elaboración de uno de los proyectos de este bloque. Siempre que haga falta puedes volver a estas páginas para recordar los pasos.

## Proyectos: ahora tú explora, experimenta y actúa (preguntas opcionales). Integración y aplicación

### Lección 6. ¿Cómo funciona una salinera y cuál es su impacto en el ambiente? ¿Qué podemos hacer para recuperar y reutilizar el agua del ambiente?

**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 científica.

#### ¿Qué sabes de la sal? ¿Has escuchado algo sobre la cosecha de agua de lluvia?



**Figura 1.76** La sal es y ha sido siempre una sustancia muy importante para la vida de los seres humanos: en primer lugar, porque constituye una parte fundamental de la dieta alimenticia, pero también por ser un conservador de alimentos muy eficiente.

En este primer bloque hemos tratado la importancia de las sustancias químicas para la vida de los seres humanos, tanto desde el punto de vista de la salud como de la satisfacción de otro tipo de necesidades. A lo largo de la historia de la humanidad el uso de los materiales y su relevancia ha cambiado; por ejemplo, en la antigüedad, la parafina, sustancia utilizada para la fabricación de velas, era de mayor importancia doméstica, ya que actualmente en la mayoría de los lugares nos iluminamos con electricidad. Igualmente, antes de la aparición de los plásticos, otros materiales como el vidrio, el papel o las fibras naturales eran los más ampliamente utilizados para empacar, envasar o transportar alimentos. Entre otros materiales que independientemente de la época y los cambios tecnológicos son imprescindibles se encuentra la sal común o de mesa, es decir, el cloruro de sodio (figura 1.76).

Tal ha sido la importancia de la sal que en el pasado llegó a conocerse como "oro blanco" e incluso la palabra salario se deriva de la palabra sal, ya que ésta fue usada como medio de pago. Para México, el comercio de la sal continúa siendo muy intenso e importante, a tal grado que es uno de los principales productores de sal en el mundo.

Debido a que la fuente natural de obtención de la sal es el agua de mar, no podemos dejar de mencionar al agua. Quizás te has preguntado alguna vez de dónde proviene el agua que utilizas en casa. México es un país muy diverso y la disponibilidad de agua que hay en su territorio varía de una región a otra (figura 1.77 del Anexo 3, página 268).

Aunque en unos lugares más y en otros menos, siempre llueve y el agua de la lluvia es muchas veces un recurso desperdiciado porque no regresa al suelo para formar parte del ciclo hidrológico, sino que se va al drenaje a formar parte del agua contaminada de las ciudades y pueblos, que están cubiertos de cemento.



**Figura 1.78** La construcción de chultunes es muy común en la zona conocida como Puuc en el estado de Yucatán. Para construirlos se aprovechan las características particulares del suelo en esa zona.

La cosecha de agua de lluvia es una técnica utilizada desde épocas muy remotas... ¿alguna vez te has preguntado qué podrías hacer tú para recuperar el agua de la lluvia? (figura 1.78). Los alumnos de una secundaria técnica en el Ajusco se lo preguntaron y llevaron a cabo un proyecto con asesoría de la asociación Isla Urbana, el cual les ha valido algunos premios internacionales (figura 1.79). Su proyecto para captar agua de lluvia fue tan exitoso que ganaron el premio De la Secu a la Antártica, entre otros.

#### Fase 1: exploración del tema

Ahora es momento de llevar a cabo la primera fase del Círculo de los proyectos y explorar el tema que te interese. Lo primero es definir qué les interesa saber sobre el tema.

Recuerden, para ello, llevar a cabo diversas actividades como una lluvia de ideas o de preguntas sobre distintos aspectos relacionados con los temas anteriores:

- ¿Qué propiedades tiene la sal (cloruro de sodio)?
- ¿Por qué la sal es tan importante para la salud?
- ¿De dónde se obtiene la sal que consumimos?
- ¿Cuánto llueve en nuestra comunidad?
- ¿Cuánta agua consumen las personas en nuestra comunidad?
- ¿Es potable el agua de la lluvia?
- ¿Algunas personas reciclan el agua?
- ¿Cómo funciona un filtro de agua?, ¿podemos hacer uno en la escuela?
- ¿De qué maneras diferentes se capta el agua de la lluvia?

#### Fase 2: definir el problema o pregunta del proyecto

Si bien lo más importante en esta etapa del proyecto es definir una pregunta a partir de todo lo que sepas o te interesa sobre el tema, es necesario hacer algo de investigación previa y saber cuáles son los recursos con los que cuentas.

Una investigación sobre cómo funcionan algunas de las salineras más importantes de México o bien construir un sistema de captación de lluvia serían muy interesantes.

Es importante que en esta fase se haga una planeación en la que quede claro qué tareas emprenderán, cuáles son los recursos que necesitan, y el tiempo necesario para concluir su proyecto. Apóyense en el cuadro 1.6.

Por ejemplo, un equipo de una secundaria de Mulegé, Baja California Sur, decidió hacer una investigación sobre cómo funcionan algunas de las salineras



**Figura 1.79** Alumnos de la secundaria exponen algunos de los proyectos con los que obtuvieron el certificado de Escuela Verde.

#### Cuadro 1.6 Propósito del proyecto

Preguntas del proyecto	Actividades que haremos	Recursos que necesitamos	Tiempo

#### POST TECNOLÓGICO

Algunas fuentes te servirán para encontrar información:  
 "Página de la Asociación Mexicana de la Industria Salinera": <<http://www.redir.mx/SQAR69a>>  
 "Exportadora de sal": <<http://www.redir.mx/SQAR69b>>



## Evaluación

### Tipo PISA

#### ¿Magna o Premium? ¿Roja o verde?



Figura 1.82 El color de las bombas indica el tipo de gasolina, la cual puede ser Magna (roja) o Premium (verde). La primera gasolina de México se llamaba *mexolina*, y tenía un octanaje de 70.

La gasolina es una mezcla de cientos de compuestos volátiles que se obtienen a partir de la refinación de petróleo crudo. En las refinerías, el petróleo se separa en fracciones por destilación con base en los puntos de ebullición.

Una de las dudas que suele surgirles a las personas que alguna vez van a la gasolinera a llenar el tanque de su coche, camioneta o motocicleta es, precisamente, qué gasolina ponerle. En México existen dos tipos de gasolina: Magna y Premium. La primera diferencia entre ambas es el precio; el litro de gasolina Magna cuesta \$9.96 y el de Premium \$10.90. La otra diferencia obvia es el color de las bombas: la de gasolina Magna es roja, mientras que la de gasolina Premium es verde (figura 1.82). Pero además de estas diferencias evidentes hay otras:

- La gasolina Magna tiene 87 octanos y la gasolina Premium, 93 octanos. Los octanos se relacionan con la resistencia a la detonación que tiene una mezcla de gasolina específica. Mientras más alto es el octanaje (o índice de octano), mayor será la resistencia a la detonación. Si la gasolina posee un mayor octanaje, la respuesta del motor es más rápida y tiene mayor rendimiento. Cuando los motores son muy pequeños estas diferencias no son significativas, pero en motores grandes, como los de los automóviles deportivos, estas diferencias son muy importantes.

El índice de octano es una medida arbitraria que se establece a partir de identificar la resistencia a la detonación del octano puro (en este caso, se tendrían 100 octanos).

- La gasolina Magna puede tener hasta 300 ppm de azufre, mientras que la gasolina Premium tiene 30 ppm de azufre.

1. Menciona dos razones por las que la gasolina Magna es más barata que la Premium.
2. En Europa se venden gasolinas con 95 y 98 octanos. ¿Son más o menos resistentes a la detonación en comparación con las gasolinas que se venden en México?

3. ¿Cuál o cuáles de las siguientes preguntas puede responderse mediante una investigación científica?

	Sí / No
¿Es razonable que la gasolina en México cueste prácticamente lo mismo que en los Estados Unidos de América?	
¿Cuál de los dos tipos de gasolina (Magna o Premium) ocasiona un mayor desgaste en el motor de un automóvil?	
¿Es más conveniente tener un coche cuyo motor sea pequeño, a uno cuyo motor sea grande?	
¿Cuánto dióxido de carbono se genera cuando se quema 1 litro de gasolina Magna?	

4. Algunos grupos ambientalistas sugieren que se deje de vender por completo gasolina Magna debido a que ésta genera más emisiones contaminantes.

- ¿Qué argumento pueden dar estos grupos para convencer a quienes regulan la venta de gasolinas?

5. Supón que trabajas en un taller mecánico y llega un cliente en un coche deportivo quejándose de que su motor ha sufrido demasiado desgaste y no está cumpliendo con las especificaciones del fabricante. También te dice que le pone gasolina Magna porque ya gastó suficiente dinero en el coche y porque su abuelo, quien tiene el mismo coche en correcto funcionamiento desde hace 20 años, utiliza esa misma gasolina.

- Escribe un pequeño párrafo en el que le expliques al cliente por qué el uso de gasolina Magna se relaciona con el desempeño de su automóvil.

6. En tu opinión, ¿crees que con los adelantos tecnológicos cada vez más acelerados será posible tener una gasolina de 100 octanos? Justifica tu respuesta.

7. El papá de Celia siempre compra gasolina Premium, sin embargo, al observar el rendimiento de su automóvil sospecha que le venden gasolina Magna y se la cobran a precio de Premium. ¿Cuáles de las siguientes propiedades de la mezcla piensas que podría utilizar el papá de Celia para distinguir qué gasolina le están vendiendo?

	Sí / No
Densidad	
Masa	
Volumen	
Temperatura de ebullición	
Viscosidad	

# 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> <ul style="list-style-type: none"> <li>Mezclas y sustancias puras: compuestos y elementos.</li> </ul>
<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> <ul style="list-style-type: none"> <li>Modelo atómico de Bohr.</li> <li>Enlace químico.</li> </ul>
<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, reúso y reciclado.</li> </ul>	<p><b>¿Cuál es la importancia de rechazar, reducir, reusar y reciclar los metales?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Propiedades de los metales.</li> <li>Toma de decisiones relacionada con: rechazo, reducción, reúso y reciclado de metales.</li> </ul>
<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> <ul style="list-style-type: none"> <li>El orden en la diversidad de las sustancias: aportaciones del trabajo de Cannizzaro y Mendeleiev.</li> </ul>
<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> <ul style="list-style-type: none"> <li>Regularidades en la Tabla Periódica de los Elementos químicos representativos.</li> <li>Carácter metálico, valencia, número y masa atómica.</li> <li>Importancia de los elementos químicos para los seres vivos.</li> </ul>
<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> <ul style="list-style-type: none"> <li>Modelos de enlace: covalente e iónico.</li> <li>Relación entre las propiedades de las sustancias con el modelo de enlace: covalente e iónico.</li> </ul>
<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>

### 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.

Una de las principales actividades que han tenido los químicos desde la antigüedad ha sido la identificación de las propiedades de las sustancias químicas y de su clasificación con el propósito de estudiarlas mejor y saber en qué emplearlas y cómo manipularlas. A lo largo del tiempo, los químicos han podido establecer clasificaciones generales como la de mezclas y sustancias, hasta más detalladas y complejas como la de los elementos en la tabla periódica. En este bloque, aprenderás que las sustancias pueden ser identificadas y clasificadas dependiendo de las propiedades que poseen y habrás de contestarte preguntas como:

- ¿De qué depende que los materiales tengan propiedades tan diferentes?
- ¿Cómo y para qué se hizo la clasificación de la tabla periódica?
- ¿Cómo puedo aprovechar las propiedades de los materiales para usarlos adecuadamente?

# Clasificación de los materiales

## Lección 7. 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.

### INICIO

### MIS SABERES PREVIOS

1. De los siguientes materiales, identifica con una  cuáles son mezclas y escribe de qué están compuestas esas mezclas.

		
Zanahoria	Agua	Sopa de verduras
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Componentes	Componentes	Componentes
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
		
Clavo de hierro	Tortillas de maíz	Trompeta de latón
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Componentes	Componentes	Componentes
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____

2. Compara tus respuestas con las de tus compañeros y pónganse de acuerdo sobre cuáles son mezclas.
3. Con base en estos ejemplos, traten de definir algunas características comunes a todas las mezclas.

### DESARROLLO

Como estudiaste en el bloque anterior, la mayoría de los materiales que utilizamos todos los días para comer, vestirnos y transportarnos, son mezclas. En algunos casos es fácil distinguir los componentes de una mezcla; por ejemplo, en el caso de la sopa de verduras es fácil distinguir el agua, el caldo de jitomate, las zanahorias y las espinacas (por nombrar algunos).

Pero en el caso de la zanahoria o en el del vaso de agua no es tan fácil distinguir si es una mezcla, puesto que parece que está formada por un solo material. Tampoco es fácil distinguir si un clavo o una trompeta son mezclas, puesto que parecen estar formados por un solo material (figura 2.1).



Figura 2.1 Las mezclas de metales se llaman aleaciones. El latón, que se utiliza en la fabricación de múltiples objetos, es una mezcla de cobre y cinc. El metal que se encuentra en mayor cantidad en esta mezcla es el cobre, pero el cinc es el que lo hace adecuado para diferentes usos.

### Mezclas y sustancias

Una mezcla es una porción de materia formada por dos o más sustancias. Como ya estudiaste en el bloque 1, las mezclas son heterogéneas (sus componentes se distinguen a simple vista) y homogéneas (sus componentes no se distinguen a simple vista). En las mezclas, las sustancias no están unidas químicamente, así que pueden separarse por métodos físicos como los que ya se revisaron en el bloque anterior.

Por otro lado, las sustancias pueden ser elementos o compuestos. Los elementos son sustancias en las que todos los átomos son iguales, mientras que los compuestos están formados por átomos diferentes, presentes siempre en las mismas proporciones.

Una de las formas para distinguir si un material es una sustancia o una mezcla (sin hacer ningún experimento) es conocer su composición: **las mezclas tienen una composición variable mientras que las sustancias (compuestos y elementos) tienen una composición fija.**

Una mezcla puede tener los mismos componentes, pero en diferente proporción. Por ejemplo, el agua de mar (como viste en el bloque anterior) es una mezcla de agua y diferentes sales, que suele tener 3.5% de concentración de cloruro de sodio, es decir, 3.5 g de cloruro de sodio por cada 100 g de agua. En cambio, el agua del mar Muerto contiene hasta 24% de sal, es decir, 24 g de sal por cada 100 g de agua. Esta diferencia en la concentración de sal (o salinidad) hace que en el agua del mar Muerto sea imposible hundirse; sin embargo, ambas son agua de mar.

El acero, un material muy común, es una mezcla de hierro y carbono. Dependiendo del uso que se le dé, puede tener una concentración de entre 0.21 y 2.1% de carbono; por ejemplo, el acero con mayor cantidad de carbono es más duro y menos dúctil por lo que si se quiere hacer cables de acero se necesitará menor concentración de carbono (figura 2.2).

El aire es la mezcla gaseosa más común a nuestro alrededor. Está formada principalmente por oxígeno y nitrógeno, pero tiene muchos otros componentes como agua, dióxido de carbono, hidrógeno y argón. El porcentaje de agua, por ejemplo, cambia mucho si nos encontramos en la costa o en la montaña. ¿Has oído decir que hay mucha humedad en el ambiente? Pues ese comentario se refiere precisamente al agua que está en la mezcla de aire (figura 2.3).



Figura 2.2 El acero está presente en nuestra vida en forma de herramientas, utensilios, equipos mecánicos, y además forma parte de aparatos electrodomésticos y maquinaria en general, así como de estructuras de viviendas y edificios modernos.



Figura 2.3 El calor en las zonas selváticas es muy húmedo puesto que el porcentaje de agua en el aire es alto.



Figura 2.4 El alcohol se separa de mezclas de fermentación aprovechando que su punto de ebullición es menor al del agua.



El oxígeno medicinal está compuesto al 100% por oxígeno. Su fórmula es  $O_2$ .



El agua está compuesta por 11.19% de hidrógeno y 88.81% de oxígeno. Su fórmula es  $H_2O$ .

Figura 2.5 Composición química de algunas sustancias.

A diferencia de las mezclas, las sustancias tienen una composición fija y no pueden separarse mediante métodos físicos (figura 2.4). Por ejemplo, el etanol es una sustancia cuya composición es siempre 52% de carbono, 35% de oxígeno y 13% de hidrógeno. Su fórmula es  $C_2H_5O$ . El cloruro de sodio está compuesto por 39.34% sodio y 60.66% de cloro. Su fórmula es  $NaCl$ . Todas las sustancias tienen una composición fija aunque algunas estén formadas por un solo elemento, como en el caso del oxígeno y otras estén formadas por más de un elemento, como en el caso del agua (figura 2.5).

**Las mezclas conservan las propiedades de las sustancias que las forman, los compuestos tienen propiedades muy diferentes de los elementos que los forman.**

Cuando dos o más sustancias forman una mezcla conservan las propiedades de cada una de las sustancias que forman la mezcla. Piensa en una mezcla como el agua de mar. Las propiedades del agua y las propiedades de la sal siguen siendo las mismas aun cuando éstas se encuentren mezcladas en el agua de mar.

Por otro lado, los compuestos, como el agua ( $H_2O$ ), tienen propiedades muy diferentes de los elementos que la forman: el hidrógeno ( $H_2$ ) es un gas altamente inflamable y el oxígeno ( $O_2$ ), también un gas, es indispensable para la combustión.

En el caso del cloruro de sodio las diferencias son enormes. El cloruro de sodio es la sal que nos comemos todos los días y los elementos que la forman son el cloro ( $Cl_2$ ), un gas amarillo, irritante que puede ser venenoso, y el sodio ( $Na$ ), un metal muy reactivo que al contacto con agua produce una reacción muy violenta.

Por último, las mezclas pueden separarse por métodos físicos como los que se revisaron en el bloque 1, mientras que las sustancias solamente se separan en los componentes que las forman mediante reacciones químicas.

En la naturaleza es muy difícil encontrar sustancias, la gran mayoría de los materiales que utilizamos diariamente son mezclas formadas por sustancias elementales y sustancias compuestas en diferentes proporciones (figura 2.6). Sin embargo, es posible establecer criterios para clasificar los materiales. En el cuadro 2.1 de la página siguiente se resumen los criterios para distinguir una mezcla de una sustancia.

**Pólvora**

El carbón (C) es una sustancia elemental (formada por un solo tipo de átomos).

El nitrato de potasio ( $KNO_3$ ) es una sustancia compuesta por átomos de potasio, nitrógeno y oxígeno en proporciones definidas.

El azufre (S) es una sustancia elemental (formada por un solo tipo de átomos).

Figura 2.6 La pólvora es una mezcla de carbón, azufre y nitrato de potasio.

Cuadro 2.1 Diferencias entre las mezclas y las sustancias

Criterio	Mezclas	Sustancias
Composición	Variable	Fija
Métodos de separación	Físicos: destilación, filtración, licuefacción	Químicos
Propiedades de los componentes	las propiedades de los componentes de las mezclas se conservan.	las propiedades de los componentes de las sustancias elementales no se conservan cuando forman un compuesto.

## ACTIVIDAD

### ¿Qué hay en estas mezclas?

**Propósito:** que los estudiantes reconozcan que las mezclas están formadas por sustancias diferentes.

#### 1. Analiza las siguientes imágenes de mezclas y propón qué sustancias las forman.

- Si tienes acceso a Internet busca los componentes, o bien, revisa la biblioteca de tu escuela. Tal vez haya cuadros de valores nutrimentales de los alimentos; también es probable encontrar información en libros de biología. Si no tienes acceso a información extra, propón qué es lo que tienen

estos materiales, piensa para qué se usan, o a qué saben cuando sea el caso.

- Decide también si estas sustancias son elementos o compuestos. Discute con tus compañeros de equipo y justifiquen su respuesta.
- No te preocupes si desconoces los nombres exactos de las sustancias, lo más importante en esta actividad es que pienses en las sustancias que forman las mezclas. Ponemos como ejemplo el agua de mar y te sugerimos otras dos mezclas, pero si quieres proponer otros ejemplos, hazlo.

Mezcla	Componentes	¿Elemento o compuesto?
<p>Agua de mar</p>	Agua ( $H_2O$ ) Cloruro de sodio ( $NaCl$ ) Oxígeno ( $O_2$ )	Compuesto Compuesto Elemento
<p>Madera</p>		
<p>Jitomate</p>		

Para comprender y explicar la diferencia entre las mezclas, los elementos y los compuestos, y para ayudarnos a distinguir entre unas y otras recurriremos a modelos que nos ayudarán a construir una definición adecuada para las mezclas y las sustancias.

## ACTIVIDAD

### ¿Qué son los modelos?

**Propósito:** que los estudiantes identifiquen los diferentes significados del término *modelo* y que reconozcan su utilidad en la ciencia.

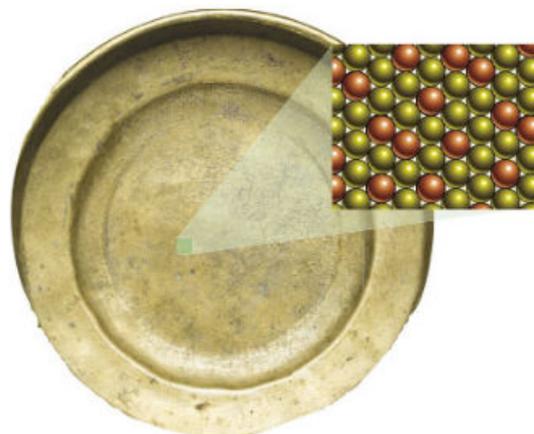
#### 1. Utilizamos cotidianamente la palabra *modelo*.

- ¿Qué significados distintos tiene esta palabra? Escribe en tu cuaderno al menos cinco frases diferentes en las que utilices esa palabra.

- Una vez que lo hayas hecho, compártelas con tus compañeros y discutan cuáles de éstas se relacionan con el uso científico de esa palabra.
  - Discutan también cuáles son los “modelos científicos” que conocen y han utilizado en otras clases de ciencias, y por qué son importantes.
- #### 2. Piensa en diferentes formas de hacer el modelo de
- un parque.
  - una bacteria.



**Figura 2.7a**  
En una olla de cobre todas las partículas son iguales, todas son átomos de cobre.



**Figura 2.7b**  
En una olla de latón encontramos dos tipos de partículas, átomos de cobre y átomos de cinc.

### Representación de las mezclas, los compuestos y los elementos: el modelo cinético corpuscular

Una de las razones por las que hacemos modelos en las clases de ciencias es para explicar los fenómenos que vemos y comprenderlos mejor. Uno de los modelos más útiles en la química es el modelo cinético corpuscular de la materia que revisaste en Ciencias II. ¿Te acuerdas?

De acuerdo con el modelo cinético corpuscular, toda la materia está formada por partículas (o corpúsculos) en movimiento (de ahí el término cinético). Entonces, la manera en que estas partículas se acomodan determina el estado de agregación de la materia, como revisaste en el bloque anterior.

Por estas razones utilizamos el modelo cinético molecular para representar las mezclas y con ello diferenciarlas de las sustancias (compuestos y elementos).

De acuerdo con el modelo cinético corpuscular, las sustancias están formadas por partículas (o corpúsculos) iguales, mientras que las mezclas por partículas diferentes. Veamos el ejemplo del cobre y el latón ya mencionado (figura 2.7a y 2.7b).

El modelo de partículas se utiliza también para distinguir sustancias elementales (elementos) y sustancias compuestas (com-

puestos). Por ejemplo, el oxígeno y el dióxido de carbono son sustancias; sin embargo, las partículas de oxígeno están formadas únicamente por átomos de oxígeno, mientras que las partículas de  $\text{CO}_2$  por átomos de carbono y de oxígeno unidos químicamente en una proporción específica (figura 2.8).

La mayoría de los materiales que utilizamos y de los alimentos que consumimos son mezclas muy complejas formadas por cientos de elementos y compuestos que no están unidos químicamente, pero que son responsables de las propiedades y características de las mezclas.

Las baterías son mezclas de sustancias dentro de las cuales se encuentran el cadmio y el litio, sustancias elementales que son dañinas para el ambiente, por esto no hay que desecharlas en los basureros, sino en los contenedores apropiados (figura 2.9).

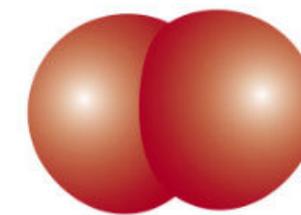
El jitomate es una mezcla de más de 300 sustancias (elementales y compuestas). El licopeno, una sustancia compuesta que se encuentra en el jitomate y proporciona el color rojo a este fruto, ha sido asociado con una menor incidencia de cáncer de próstata (figura 2.10).



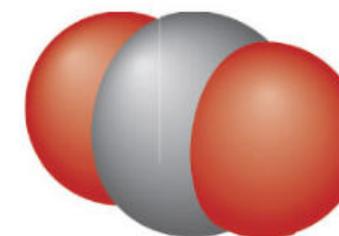
**Figura 2.9** Las baterías tienen diferentes composiciones de acuerdo con el uso que se les da.



**Figura 2.10** La composición de los jitomates es variable. Depende de la variedad (se contabilizan más de 5000 en el mundo) y de las condiciones de cultivo y cosecha.



Molécula de  $\text{O}_2$



Molécula de  $\text{CO}_2$

**Figura 2.8** Representación de una molécula de oxígeno y de dióxido de carbono.

## POST DE BIBLIOTECA

García, H., *La naturaleza discontinua de la materia*, SEP-Santillana, México [2002].

## ACTIVIDAD

### Representación de materiales

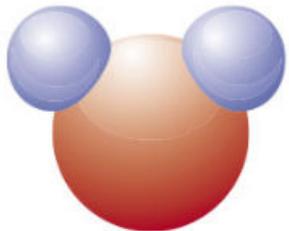
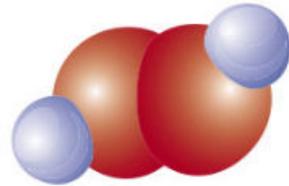
**Propósito:** que los estudiantes representen materiales utilizando el modelo de partículas.

1. Haz una representación de partículas para los siguientes materiales, siguiendo los ejemplos de la página anterior. Recuerda hacer explícito el código que utilizas en tu representación.

- Vaso de agua de la llave
- Clavo de hierro
- Anillo de oro
- Una medalla de bronce (investiga la aleación)
- Aire

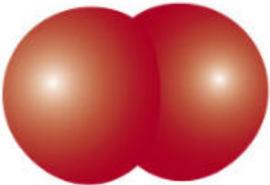
Al inicio de esta lección, revisamos algunos criterios para distinguir las mezclas y las sustancias, ahora usaremos el modelo cinético corpuscular para distinguir las mezclas, los elementos y los compuestos, y para explicar mejor las distinciones que se hicieron anteriormente.

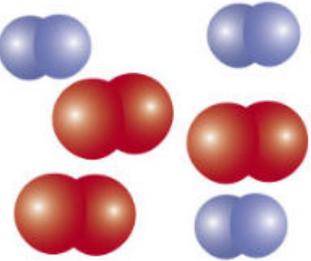
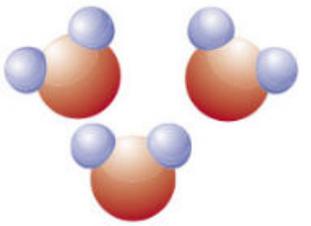
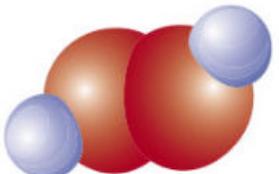
- Las mezclas tienen una composición variable mientras que las sustancias (elementales y compuestas) siempre presentan la misma composición; por ello, podemos identificarlas con una fórmula. Observa el ejemplo.

Agua destilada	Se utiliza como agua para la batería de coches, para planchar y para aplicaciones medicinales.	H <sub>2</sub> O	
Agua oxigenada	Se utiliza como antiséptico.	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	

- En una mezcla las propiedades de los componentes se conservan; por ejemplo, en el agua de mar, las propiedades del agua, de la sal y del oxígeno se conservan. En cambio, en las sustancias no se conservan las propiedades de los átomos. Esto hace que las mezclas se puedan separar por métodos físicos, mientras que las sustancias sólo pueden separarse utilizando métodos químicos.

En una mezcla de hidrógeno y oxígeno, las propiedades del hidrógeno y el oxígeno se conservan; sin embargo, en el agua y en el agua oxigenada, las propiedades del oxígeno y del hidrógeno no se conservan. El agua es una sustancia completamente diferente al hidrógeno y al oxígeno. Observa los casos.

	Representación de partículas	Propiedades
Hidrógeno (H <sub>2</sub> )		A temperatura y presión ambiente, el hidrógeno es un gas altamente combustible, inodoro, incoloro y no tóxico.
Oxígeno (O <sub>2</sub> )		A temperatura y presión ambiente, el oxígeno es un gas inodoro, incoloro y no tóxico, necesario para mantener la combustión.

	Representación de partículas	Propiedades
Mezcla de oxígeno e hidrógeno (H <sub>2</sub> y O <sub>2</sub> )		A temperatura y presión ambiente es un gas combustible (debido al hidrógeno presente).
Agua (H <sub>2</sub> O, compuesto de oxígeno e hidrógeno)		A temperatura y presión ambiente es un líquido inodoro, incoloro e insípido. Su punto de fusión es 0 °C y su punto de ebullición es 100 °C.
Agua oxigenada o peróxido de hidrógeno (H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> , compuesto de oxígeno e hidrógeno).		A temperatura y presión ambiente es un líquido transparente y un poco más viscoso que el agua. Tiene un gran poder oxidante, por lo que se utiliza como limpiador y detergente.

En la siguiente actividad utilizarás gomitas o clips de colores para representar diferentes átomos, y harás modelos para representar sustancias elementales, sustancias compuestas y mezclas. Aunque en la realidad los átomos son de distintos tamaños, en estos modelos los distinguiremos por los colores.

## ACTIVIDAD

### Modelos para las mezclas y las sustancias

**Propósito:** que los estudiantes hagan modelos para distinguir mezclas, compuestos y elementos.

**Material por equipo:** gomitas de diferentes colores y palillos de madera o clips de colores (si no los consigues utiliza dibujos para esta actividad).

### Procedimiento

#### 1. Con los materiales, representa:

- una mezcla de dos sustancias elementales,
- una mezcla de dos sustancias compuestas,

- una sustancia elemental,
- una sustancia compuesta por tres átomos diferentes,
- una sustancia elemental cuyas partículas tienen tres átomos cada una.

### Análisis de resultados y conclusiones

- Con base en los modelos construidos y todo lo que has aprendido en esta lección, propón una definición de los siguientes conceptos que incluya la palabra *partículas*:

- sustancia elemental,
- sustancia compuesta,
- mezcla.

2. **Compara tu definición con la del resto de tus compañeros.**

3. **Discutan sus definiciones en grupo y acuerden cuál es la mejor.**

4. **En esta actividad se utilizaron gomitas y palillos de madera, o clips, o dibujos para representar átomos; es decir, para hacer una analogía de los átomos.**

- Discute con tus compañeros qué tanto se parecen los materiales que utilizaste a los átomos y también señalen en qué aspectos son diferentes: ¿cuáles son las ventajas y las desventajas de este sistema de representación?



El oro "puro" también se conoce como oro de 24 quilates. El oro que se considera puro tiene entre 99.95% y 99.99% de pureza, es decir, de cada mil partículas de sustancia, solamente una es distinta al oro.



El oro de 14 quilates es el que se usa comúnmente para joyería y tiene una composición de 14 partes de oro por cada 24 partes de material; las otras diez partes son de plata y cobre. La pureza del oro para joyería debe ser de 58.3%.

Figura 2.11 Pureza del oro.

Figura 2.12 Variedades de berilo: a) cuando las impurezas del berilo son iones  $\text{Fe}^{2+}$ , éste se conoce como *aguamarina*; b) la esmeralda es una variedad de berilo con impurezas de los elementos cromo y vanadio.

#### PARA SABER MÁS

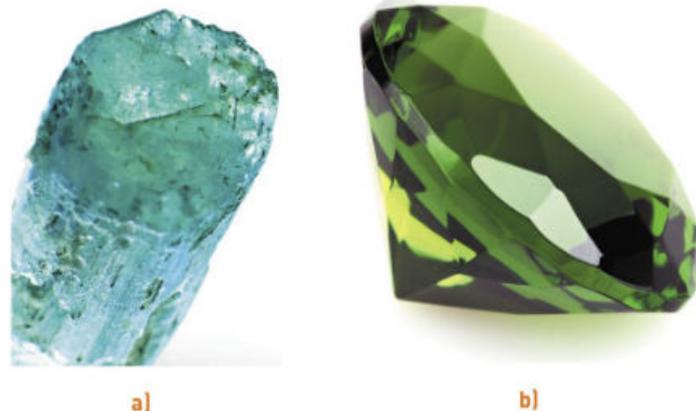
Cuando lees sobre materiales, con toda seguridad notarás que es común utilizar la expresión sustancia pura. En química, cuando se dice que algo es una sustancia, se entiende que prácticamente todas las partículas que forman el material son iguales, por lo tanto no hay que utilizar la expresión sustancia pura, sino solamente el término sustancia.

#### Pureza

Como ya te has dado cuenta, encontrar sustancias en la naturaleza es una tarea muy difícil porque la mayoría de los materiales son mezclas. Una de las labores más importantes de los químicos que trabajan en los laboratorios y en las industrias es encontrar maneras de "purificar" los materiales, es decir, obtener una muestra de material que contenga solamente las partículas que necesitamos.

Una sustancia completamente pura sería aquella en la que 100% de sus partículas sean iguales. En realidad, esto nunca se consigue, por lo que las sustancias tienen siempre distintos grados de pureza y el uso que se les dé determina su grado de "pureza" (figura 2.11).

Por otro lado, las impurezas también confieren a las sustancias ciertas características específicas. Por ejemplo, el berilo es un ciclosilicato de berilio y aluminio con cromo, y su fórmula química es  $\text{Be}_3\text{Al}_2(\text{SiO}_3)_6$ . El berilo con mayor grado de pureza es transparente, pero de acuerdo con las impurezas que contenga se presenta en forma de diferentes piedras preciosas (figura 2.12).



#### ACTIVIDAD

¿Falso o verdadero?

**Propósito:** que los estudiantes utilicen sus ideas sobre mezclas y sustancias para determinar si las aseveraciones son verdaderas o falsas.

1. **Lee con cuidado las siguientes afirmaciones y decide si son falsas o verdaderas. Para ello revisa lo que has estudiado, hasta el momento, sobre mezclas, compuestos y elementos.**

- Las sustancias presentes en la naturaleza son más puras que las fabricadas en los laboratorios.
- El oxígeno que respiran los peces en el mar es el mismo que forma moléculas de agua.

- El aire es un compuesto vital para los seres humanos.
- Sólo las sustancias naturales son puras.

2. **Discute tus respuestas con tus compañeros de equipo y lleguen a una conclusión. Expliquen por qué piensan que es falsa o verdadera, propongan ejemplos y tracen esquemas que ayuden a comprender lo que dicen.**

3. **Compártanla después con el resto de sus compañeros.**

#### CIERRE

En el desarrollo de esta lección has aprendido a diferenciar y a representar, con el modelo corpuscular, mezclas, compuestos y elementos, considerando su composición y pureza.

El modelo corpuscular ha permitido a los científicos entender los cambios de la materia no perceptibles a simple vista. Asimismo, conocer el comportamiento de los materiales ayuda a predecir si dos materiales diferentes reaccionarán para formar nuevos productos.

#### PARA SABER MÁS

Cuando se descubrió el nailon, los asistentes de Wallace Hume Carothers tomaron una bola pequeña en una varilla de agitar y la estiraron para formar una larga cuerda. Al hacer esto notaron la apariencia sedosa de los filamentos extendidos y también se dieron cuenta de que con este proceso se incrementaba la resistencia del producto; así, concluyeron que lo que ocurría a nivel submicroscópico

es que estaban reorientando las moléculas del nuevo material sintético, producto de las miles de reacciones químicas con las que habían estado experimentando.

Su trabajo, que al inicio se había centrado en entender la composición y las propiedades de compuestos naturales como la celulosa, la seda y el caucho para producir materiales sintéticos, al fin había tenido éxito.

#### ¿CÓMO AVANCÉ EN MIS CONOCIMIENTOS?

1. **Vuelve al primer ejercicio de esta lección (página 76) y decide de nuevo si los materiales que ahí se presentan son sustancias o mezclas. En el caso de ser sustancias, identifica si se les podría considerar elementos o compuestos.**
2. **Haz un diagrama en el que clasifiques los materiales de acuerdo con lo que has revisado en esta lección. Utiliza ejemplos para ilustrar cada tipo de material y preséntalo en un cartel.**
3. **Se ha encontrado que los siguientes alimentos tienen propiedades benéficas para la salud. Reúnete en**

equipo, elijan uno e investiguen un poco más sobre su composición. Hagan una presentación al resto de sus compañeros y a la comunidad escolar. Pongan el énfasis en que los alimentos son mezclas de sustancias y que algunas de éstas les confieren ciertas propiedades.

- Brócoli (contiene, entre otras sustancias, calcio y vitamina E)
- Frijoles (contienen, entre otras sustancias, magnesio)
- Almendras (contienen, entre otras sustancias, ácido fólico)

## Estructura de los materiales

### Lección 8. Modelo atómico de Bohr. Enlace químico

**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. • 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).

#### INICIO

#### MIS SABERES PREVIOS

En lecciones anteriores vimos que los materiales pueden ser sustancias (elementos y compuestos) o mezclas de ellas. Pero ¿cómo te imaginas que son microscópicamente? Es decir, ¿cómo te imaginas que están constituidos?

**Material:** tres barras de plastilina de diferentes colores, palillos mondadientes

#### Procedimiento

##### 1. Observa las imágenes.



a) Agua (compuesto de oxígeno e hidrógeno)



b) Helio (elemento)



c) Latón (aleación de cobre con cinc)

##### 2. Piensa en su estructura interna. ¿Cómo te imaginas que están constituidos? Representa con modelos tridimensionales la forma de las partículas y la manera en que se unen. Usa la plastilina y los palillos para hacer tus representaciones.

#### Análisis de resultados y conclusiones

1. Comparte tus modelos con tus compañeros y explica en qué te basaste para hacerlos.
2. ¿Hubo coincidencias entre el modelado de tus compañeros y el tuyo? ¿Qué diferencias encuentran?

#### DESARROLLO

#### ¿De qué están hechas las cosas?

Como ya hemos estudiado previamente, todos los objetos están conformados por diversos materiales en forma de mezclas (el aire que respiramos, el caldo de pollo que comemos, el cemento para construir las casas, la tierra en la que

se cultivan los alimentos o el barro con el que se hacen las vasijas) o como sustancias puras (el cobre de los cables de la luz, el aluminio de las ventanas, el hierro de las herramientas o los clavos, o cosas más complicadas como el ácido acetilsalicílico de las pastillas para el dolor de cabeza, el ácido acético del vinagre o la cafeína del café) (figura 2.13).

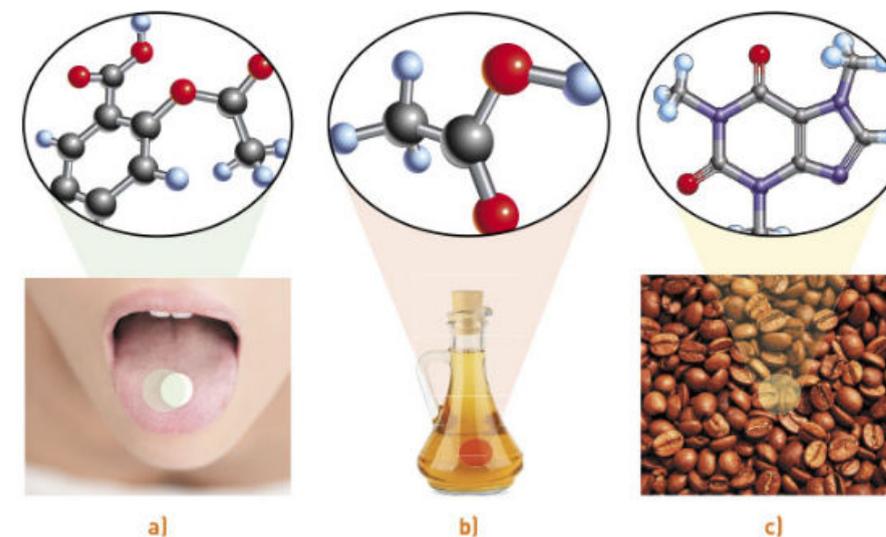


Figura 2.13 Moléculas de a) ácido acetilsalicílico, b) ácido acético y c) cafeína

Hoy, además de distinguir y clasificar los componentes de los materiales en mezclas y sustancias, también sabemos que estas sustancias están conformadas por partículas más pequeñas llamadas átomos que, a su vez, están constituidos por partículas elementales, como electrones, neutrones y protones (estos últimos conformados por quarks). Pero ¿siempre lo hemos sabido? La respuesta es no; a lo largo del tiempo y de la historia, ha habido diferentes personas (tanto filósofos como científicos) que se han puesto a pensar en eso y que nos han legado el conocimiento que hoy tenemos. Veamos un poco de historia...

#### Historia de la teoría atómica

##### Teoría griega

Los primeros en preguntarse de qué están conformadas las cosas fueron los griegos hace mucho tiempo. Aproximadamente en el siglo V a. C., un filósofo griego llamado Leucipo (c. 460-370 a. n. e.) pensaba que sólo había un tipo de materia y que si se dividía en partes cada vez más pequeñas, se llegaría al punto de encontrar una partecita que ya no se dividiría más. Un discípulo suyo, Demócrito (c. 460-370 a. n. e.), que concordaba con estas ideas, decidió llamarle a estas partes indivisibles átomos, término que justamente significa eso: "indivisible". Estos dos personajes crearon una escuela que se llamó *atomista* y todos los que estaban de acuerdo con ella pensaban que

1. todo está hecho de átomos y sólo basta con dividir lo suficiente una sustancia para llegar a ellos;
2. las propiedades de los materiales varían dependiendo de cómo se agrupan o acomodan esos átomos, y
3. no se puede ver a los átomos porque son muy pequeños.

Estas ideas, según lo que conocemos hoy, no estaban del todo mal, sin embargo, Aristóteles, quien era el filósofo más famoso de la época, no estaba de acuerdo con esta teoría atomista y estableció, por el contrario, la *teoría continuista*, en la que las cosas estaba hechas de cuatro elementos: tierra, agua, aire y fuego. Como Aristóteles era mucho más famoso y reconocido que Leucipo o Demócrito, su teoría fue mejor aceptada y se mantuvo vigente durante varios siglos. Las ideas de Aristóteles sobre la composición de la materia predominaron durante casi dos mil años y durante ese tiempo nadie se preocupó demasiado por pensar en los átomos. En 1808, John Dalton (1766-1844), un químico británico, se atrevió a publicar su teoría atómica.

### Modelo de Dalton

El modelo de Dalton se basa en enunciados básicos llamados *postulados*.

1. Los materiales están formados por partículas indivisibles llamadas *átomos* (figura 2.14).
2. Todos los átomos de un elemento son idénticos.
3. Los átomos de diferentes elementos tienen distintas propiedades.
4. Los compuestos se forman al unirse los átomos de dos o más elementos en proporciones constantes y sencillas.
5. Los átomos de un elemento no se transforman en otro tipo de átomos ni son creados ni destruidos mediante una reacción química.

Este modelo de Dalton fue el primer modelo del átomo pensado científicamente, pues se basó en la observación de propiedades de diferentes elementos y compuestos. Tiempo después de Dalton, el modelo tendría varias modificaciones.

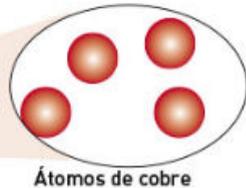
### Modelo de Thompson

A comienzos del siglo XIX ya era muy conocida la teoría de Dalton sobre que los materiales estaban constituidos por átomos, pero además se había hecho una serie de experimentos con fenómenos eléctricos en los que se demostraba que los materiales ganaban o perdían cargas eléctricas (figura 2.15).

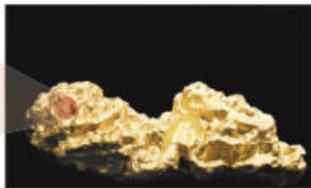
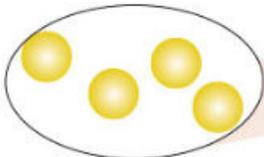
Por tanto, era más o menos lógico pensar que esas cargas eléctricas estaban contenidas dentro de los átomos. Sin embargo, esto significaba que el modelo propuesto por Dalton estaba equivocado, pues él decía que los átomos eran indivisibles (en otras palabras, que no había nada dentro de ellos) y, como estos átomos no se podían ver, ¿cómo comprobar si tenían cargas eléctricas dentro o no?

Los científicos, sobre todo los físicos, trabajaban arduamente en comprender los fenómenos eléctricos y magnéticos con el propósito de entender la electricidad. Y fue precisamente un físico, J. J. Thomson (1856-1940), quien con sus experimentos en unos tubos llamados *tubos de descarga* o *tubos de rayos catódicos*, contribuyó a descubrir las cargas eléctricas del átomo.

Thomson utilizó un tubo de rayos catódicos en tres diferentes experimentos (figura 2.16 de la página siguiente): dentro del tubo se producía una radiación derivada de la aplicación de un alto voltaje; a esta radiación se le dio el nombre de *rayos catódicos* porque se originaba en el electrodo negativo o cátodo. Aunque los rayos son invisibles, su presencia y movimiento son detectables porque hacen que ciertos materiales, como el vidrio de las paredes del tubo, despidan rayos de luz.



Átomos de cobre



Átomos de oro

Figura 2.14 Representación de los primeros dos postulados de la teoría de Dalton: el cobre está constituido por átomos de cobre idénticos entre sí, pero distintos de los átomos que constituyen al oro.

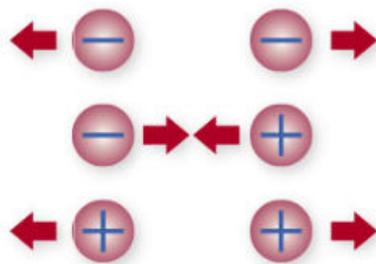


Figura 2.15 Recordemos que existen dos tipos de cargas: positivas (+) y negativas (-). Dos cuerpos que hayan adquirido una carga del mismo tipo se repelen, mientras que si poseen carga de distinto tipo se atraen.

En la ausencia de campos magnéticos o eléctricos, los rayos catódicos viajan en línea recta. Sin embargo, los campos magnéticos (como el de un imán) desvían los rayos al atraerlos hacia el polo positivo. Estas observaciones sobre los rayos catódicos sugirieron que esta radiación era en realidad una corriente de partículas con carga negativa que ahora llamamos *electrones*. También se descubrió que los rayos catódicos emitidos por cátodos de diferentes materiales eran iguales y estas observaciones dieron pie a la conclusión de que los electrones son un componente fundamental de la materia.

Como resultado de este experimento, se dedujo que como la carga de estos rayos era negativa (electrones), debía existir una carga positiva que la compensara, pues se observa que la materia es eléctricamente neutra. De este modo, Thomson concibió en 1904 un nuevo modelo del átomo: el *modelo del budín con pasas*. En este modelo, el átomo está conformado por una masa de partículas positivas e insertados en ella se encuentran los electrones (como pasas en un budín).

### Modelo de Rutherford

Después de que Thomson estableciera su modelo, hubo muchos otros descubrimientos, como los rayos X y la radiactividad, que contribuyeron a confirmar la existencia de partículas dentro del átomo. De esta manera, a principios del siglo XX, los científicos sabían que los átomos contenían partículas subatómicas, aunque desconocían cómo se ordenaban. Uno de los científicos interesados en ello fue Ernest Rutherford (1871-1937), quien en 1911, en un experimento disparó partículas positivamente cargadas (partículas  $\alpha$ ) a una hoja de oro muy delgada. Inesperadamente, algunas partículas cambiaban de dirección mientras pasaban a través de la hoja de oro y otras se desviaban tanto que parecían retroceder en la dirección de la fuente de partículas (figura 2.17).

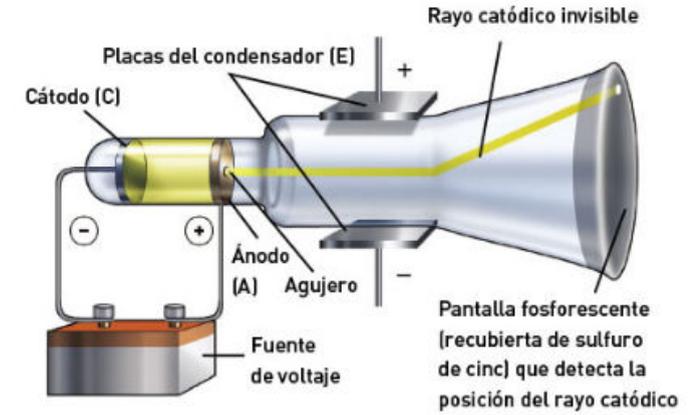


Figura 2.16 Desviación de rayos catódicos (electrones) por efecto de un campo magnético. Se observa que los electrones (negativos) se desvían hacia el polo positivo.

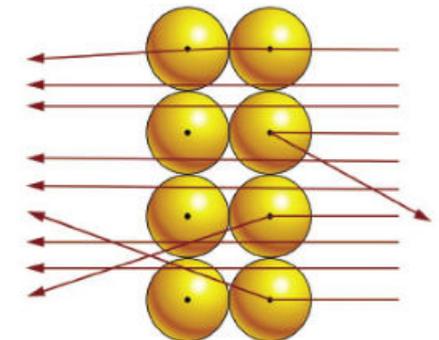
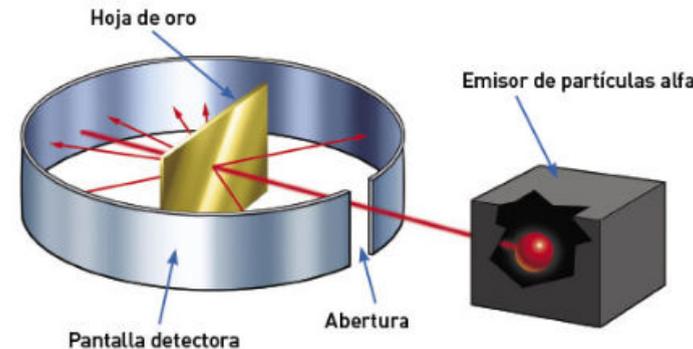


Figura 2.17 Experimento de Rutherford. En la primera imagen se muestra el dispositivo completo y en la segunda se tiene una representación de cómo se verían los electrones al interactuar con los átomos de oro.



### ¿Por qué se unen los átomos?

Hemos visto en lecciones previas que entre las sustancias hay elementos y compuestos. Los últimos se forman a partir de la unión química de diferentes átomos de elementos; por ejemplo, de la unión de átomos de hidrógeno y oxígeno tenemos el agua, de la unión de átomos de cloro y sodio, la sal [cloruro de sodio]. También existen moléculas mucho más complejas que implican la unión de varios átomos, como lo vimos en la figura 2.13 al inicio de la lección. Pero la pregunta es: ¿por qué se unen químicamente los átomos de los elementos?, ¿se unen sólo con átomos diferentes o también entre átomos iguales?

Para responder estas preguntas, hay que tener presentes algunos conceptos importantes relacionados con los átomos de los diferentes elementos. Lo primero que hay que recordar es que todos los átomos están constituidos por tres partículas básicas que son los neutrones y protones en el núcleo, y los electrones que giran alrededor de ese núcleo.

El número de protones en cada átomo de los diferentes elementos se conoce como número atómico y se representa con la letra  $Z$ . El número atómico, además de representar el número de protones, también es igual al número de electrones en un átomo neutro. De acuerdo con el modelo de Bohr, estos electrones están distribuidos alrededor del núcleo, girando en unas órbitas circulares que corresponden a los diferentes niveles de energía. Pero ¿cómo se distribuyen estos electrones?, ¿cómo sabemos cuántos se ubican en un nivel de energía y cuántos en otro?

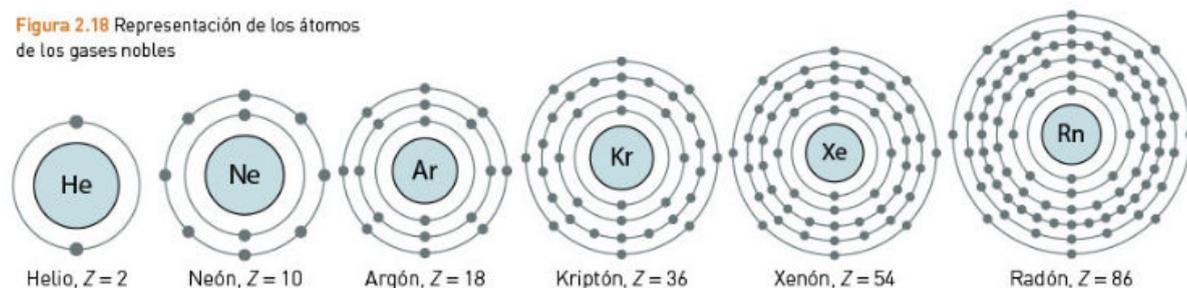
Resulta que cuando Bohr describió su modelo, incluyó también algunas indicaciones que señalaban que en cada nivel de energía, es decir, en cada órbita, podía haber un máximo de electrones; de esta manera tenemos que [cuadro 2.2]:

**Cuadro 2.2** Principio de Aufbau: máximo de electrones que puede haber en cada nivel de energía

Nivel de energía	K	L	M	N	O	P
Número máximo de electrones	2	8	18	32	50	72

Sin embargo, los átomos de los elementos no siempre llenan sus órbitas con el máximo de electrones; por el contrario, los electrones se acomodan, pero dejan espacio para otros electrones. Por ejemplo, en la siguiente representación de los átomos de algunos elementos (figura 2.18), observa cómo están distribuidos los electrones.

**Figura 2.18** Representación de los átomos de los gases nobles



### ACTIVIDAD

#### Llenar niveles de energía

**Propósito:** que el alumno identifique el número de electrones que corresponde a cada nivel de energía de los átomos de los gases nobles.

1. Completa el siguiente cuadro con base en las representaciones de la figura 2.18, escribiendo el número de electrones que hay en cada nivel de energía u órbita. Recuerda que el nivel K es el más cercano al núcleo.

Elemento	[Z]	K	L	M	N	O	P
Helio							
Neón							
Argón							
Kriptón							
Xenón							
Radón							

2. Analiza el cuadro que acabas de llenar; en general, ¿qué regularidades encuentras?

3. Pon atención al último nivel de energía de cada elemento y completa el siguiente cuadro.

Elemento	Último nivel de energía	Número de electrones
Helio		
Neón		
Argón		
Kriptón		
Xenón		
Radón		

### POST TECNOLÓGICO

Para poner en práctica tus conocimientos sobre el modelo atómico de Bohr, visita la siguiente página electrónica y haz la actividad que se propone: <<http://www.redir.mx/SQAR93>>.

Como has visto, a excepción del helio, que tiene sólo dos electrones, el número de electrones en el último nivel de energía es el mismo, a pesar de que este último nivel es diferente, ¿por qué será?

Primero, hay que decir que hemos puesto especial interés en los electrones del último nivel de energía, debido a que por estar precisamente en la parte más externa del átomo son los que interactúan con los de otros átomos. A estos electrones se les conoce como electrones de valencia. Otros electrones forman parte del átomo, pero no interactúan con los de otros átomos; a éstos se les conoce como *electrones internos* o *electrones de core*.

## ACTIVIDAD

### Electrones de valencia

**Propósito:** que el estudiante identifique los electrones de valencia de algunos elementos químicos representativos.

1. Para que aprendas a identificar los electrones de valencia, lleva a cabo un ejercicio similar al anterior.

En seguida aparece la representación de varios elementos según el modelo de Bohr. Identifica lo que se te pide y completa la tabla (tienes el primer elemento como ejemplo y entre paréntesis una explicación que no es necesario que la escribas en los otros tres elementos):

Identificar...	Litio	Nitrógeno	Sodio	Calcio
				
Número atómico, Z:	3 (hay tres electrones en total)			
Último nivel de energía:	L (sólo hay dos niveles: K y L, el más externo y último es L)			
Número de electrones de valencia:	1 (es el número de electrones en el último nivel L)			

• ¿Qué diferencia encuentras entre el número de electrones de valencia de estos elementos químicos y el número de electrones de valencia de los gases nobles?

A diferencia del resto de los elementos, los gases nobles tienen el mismo número de electrones de valencia: ocho (a excepción del helio, que por ser un átomo muy pequeño sólo tiene un nivel de energía con dos electrones). Esta característica les confiere una propiedad: son muy estables. Este concepto de *estabilidad* en los átomos significa en química que los átomos estables no van a unirse a otros átomos con facilidad porque están "completos" electrónicamente. En otras palabras, cualquier átomo que tenga ocho electrones de valencia será un átomo estable que no formará moléculas de manera natural (en la actualidad, se puede "forzar" a los átomos estables, como los de los gases nobles a que formen moléculas de diversos compuestos).

Pero ¿qué otros elementos, además de los gases nobles tienen ocho electrones de valencia en su último nivel de energía?... ¡NINGUNO!... por esa razón para que sean estables electrónicamente, es decir, para "completarse", requieren unirse a otros átomos.

Bueno, al parecer ya casi queda respondida la pregunta inicial: ¿Por qué se unen los átomos?, pero ahora, surge otra...

### ¿Cómo se unen los átomos?

Una manera que tienen los átomos para unirse entre sí y ser estables es compartir electrones de valencia con otros átomos. Por ejemplo, analicemos al cloro (figura 2.19):

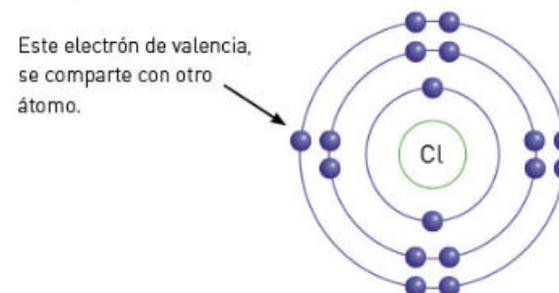


Figura 2.19 Representación del átomo de cloro.

En la figura se muestra que el cloro tiene siete electrones de valencia y para que alcance su estabilidad requiere tener ocho electrones, es decir, le falta un electrón. Una de las maneras en que este átomo de cloro llegue a ser estable es que otro elemento le comparta un electrón (figura 2.20):

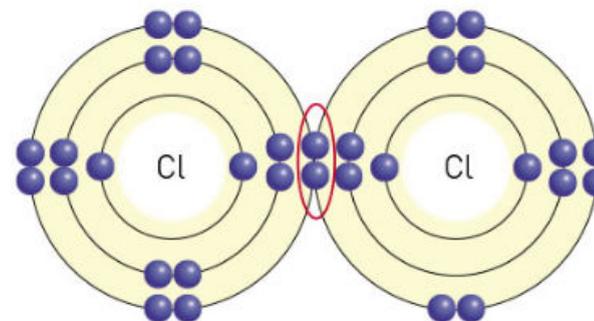


Figura 2.20 Molécula de cloro (Cl<sub>2</sub>).

Así, cada átomo de cloro comparte un electrón con el otro átomo y con ello cada átomo tiene en sí mismo ocho electrones, con lo que adquiere estabilidad electrónica. De este modo, a partir de dos átomos de cloro (representados por el símbolo Cl) se forma una molécula de cloro (representada por la fórmula Cl<sub>2</sub>). Ahora bien, debes saber que la unión que se da entre esos dos electrones compartidos es una de las formas de enlace químico.

Ahora veamos el átomo de oxígeno (figura 2.21):

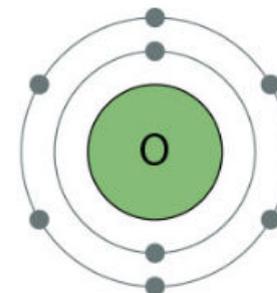


Figura 2.21 Representación de un átomo de oxígeno (O).

Este átomo tiene seis electrones de valencia, lo que significa que para ser estable le faltan dos electrones. Si quisiéramos formar una molécula de oxígeno (O<sub>2</sub>) mediante la compartición de electrones, ¿qué podríamos hacer?

Como este ejemplo no está tan fácil porque a diferencia del cloro, ahora hay que acomodar dos electrones para formar ocho para cada átomo. Recurrirémos a un personaje de la historia de la química que ya hace tiempo se planteó este problema: Gilbert N. Lewis (1875-1946). Lewis ideó una manera de hacer representaciones de la unión de átomos para formar moléculas a partir de enlaces en los que se comparten electrones. A esta representación se la llama *estructura de Lewis* o *diagrama de puntos*, y para hacerla se siguen algunas reglas muy sencillas:

### 1. Para representar átomos

Escribe el símbolo del elemento en la parte central y representa con puntos o cruces los electrones de valencia del elemento alrededor del símbolo. Por ejemplo, veamos algunos de los elementos antes trabajados [cuadro 2.3]:

**Cuadro 2.3** Estructura de Lewis para algunos elementos representativos

Elemento	Representación del modelo de Bohr	Símbolo	Electrones de valencia	Estructura de Lewis
Litio		Li	1	Li•
Nitrógeno		N	5	••N••
Calcio		Ca	2	••Ca••
Argón		Ar	8	••Ar••

### 2. Para representar moléculas

Lo primero que debemos tener claro para dibujar estructuras de Lewis es que en esta representación hay que cumplir con algo que se llama la regla del octeto, que no es otra cosa más que el hecho de que un átomo es estable cuando tiene ocho electrones de valencia en su último nivel de energía. Por supuesto, ya vimos que hay excepciones como en el caso del helio y del hidrógeno, que no pueden tener más de dos electrones en su último nivel.

Para construir estas estructuras también debemos conocer otro concepto: el de valencia. La valencia de un elemento se refiere al número de electrones de valencia que pueden formar parte de un enlace. Por ejemplo, vimos el caso del cloro: a pesar de que el cloro tiene un total de siete electrones de valencia, sólo un electrón participó en el enlace; en otras palabras, los electrones de valencia del cloro son siete, pero la valencia del cloro es 1.

En el **cuadro 2.4** se presenta la valencia de algunos elementos:

**Cuadro 2.4** Valencias de algunos elementos

Elemento	Símbolo	Valencia	Elemento	Símbolo	Valencia
Hidrógeno	H	1	Aluminio	Al	3
Sodio	Na	1	Carbono	C	4
Potasio	K	1	Silicio	Si	4
Magnesio	Mg	2	Oxígeno	O	2
Calcio	Ca	2	Flúor	F	1
Hierro	Fe	2	Nitrógeno	N	5, 3*
Cobre	Cu	2	Azúfre	S	6, 4, 2*

\* Es importante aclarar que algunos elementos tienen más de una valencia; esto significa que dependiendo del átomo con que se una, intercambiarán uno u otro número de electrones.

Con estos conocimientos ahora sí podemos construir las estructuras, siguiendo unos pasos muy simples:

Reglas	Ejemplo: formación de la molécula de metano, CH <sub>4</sub>
1. Se identifica el símbolo de los elementos	H para el hidrógeno C para el carbono
2. Se determina el número de electrones de valencia (que los vamos a representar como ev)**	ev <sub>H</sub> = 1 ev <sub>C</sub> = 4
3. Se identifica la valencia (V), que corresponderá al número de enlaces que podrán formarse.**	V <sub>H</sub> = 1 V <sub>C</sub> = 4
4. Se acomodan los electrones que forman los enlaces y el resto de los electrones quedan libres.	De los datos anteriores se puede observar que el electrón de valencia del H va a formar un enlace con el C, pero como el carbono requiere cuatro electrones (y cada uno forma un enlace) entonces requerimos cuatro hidrógenos. Es decir:  En esta estructura se forman cuatro enlaces con dos electrones compartidos en cada uno. Así, cada hidrógeno tiene dos electrones y el carbono cumple con la regla del octeto al completar ocho electrones.

\*\* Estos datos, por el momento, deben ser proporcionados por tu profesor y se obtienen de la tabla periódica.



En la tabla periódica de la figura anterior, lo que vemos es que aunque tenemos los caracteres chinos que nos son incomprensibles, también aparecen los símbolos químicos que todos hemos visto en algún lugar y que son los internacionalmente reconocidos y usados.

Aunque la historia de los elementos y sus nombres es larga porque muchos de ellos se conocen desde la Antigüedad y en diferentes culturas (figura 2.23), lo que por ahora nos interesa es que desde 1813 un químico sueco llamado Jöns Jacob Berzelius [1779-1848] propuso una manera de nombrar los elementos de la cual se originó la actual. Berzelius estableció que cada elemento químico tuviera un símbolo con la inicial de su nombre latino, que por cierto casi siempre coincidía con el nombre del elemento en otro idioma (el español o francés, entre otros); por ejemplo: oxígeno (O), hidrógeno (H), flúor (F). Desde luego, había excepciones como la plata (Ag, *argentum*), el mercurio (Hg, de *hydrargirum*) y sodio (Na, de *natrium*).

Además, Berzelius propuso que cuando los elementos empezaran con la misma letra (por ejemplo: carbono, calcio, cloro, etcétera) la inicial pasaba al elemento no metálico y los otros se nombraban con las dos primeras letras o la primera y la tercera: calcio (Ca), cadmio (Cd), cerio (Ce), cloro (Cl), etcétera. Probablemente te preguntarás ¿y el cobre, cuyo símbolo es Cu? Ah, pues viene de su nombre latino: *cuprum*.

Actualmente, los símbolos y nombres de los elementos y compuestos químicos (nomenclatura) están establecidos por la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (IUPAC, por sus siglas en inglés). Los símbolos nos sirven para identificar los elementos sin necesidad de escribir todo el nombre y nos permiten, además, escribir fórmulas de compuestos y reacciones químicas de una manera mucho más simple. Puedes consultar los nombres y símbolos de los elementos químicos en la tabla periódica de la página 257.

Ya vimos que los elementos se unen para formar compuestos, de modo que además de los elementos, con los símbolos también podemos hacer representaciones de moléculas e indicar el número de átomos que tiene la molécula de un determinado compuesto; por ejemplo, la molécula de agua está constituida por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno, y se representa como  $H_2O$ ; por su parte, la molécula de dióxido de carbono se representa como  $CO_2$ .

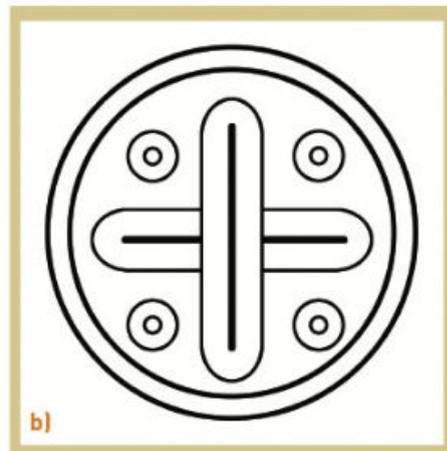
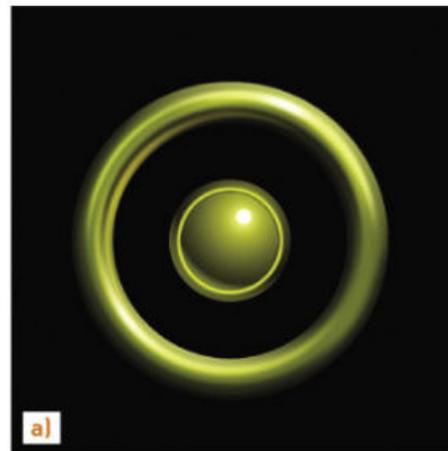


Figura 2.23 a) Símbolo alquímico del oro (representaba la perfección de la materia en todos los niveles: mental y espiritual); b) símbolo náhuatl del oro (los mexicas lo llamaban *teocuitlatl*: excrecencia de los dioses).

Otras moléculas que se pueden representar son, por ejemplo, las que tienen dos o más átomos del mismo elemento; por ejemplo, el hidrógeno ( $H_2$ ), el nitrógeno ( $N_2$ ) o el ozono ( $O_3$ ). De la misma manera que podemos representar átomos y moléculas de elementos, y moléculas de compuestos, también mediante símbolos podemos identificar otras partículas conocidas como *iones*.

Los iones se forman cuando un átomo, que normalmente es neutro, gana o pierde un electrón de valencia. Recordemos que el número atómico de un elemento (Z) nos dice el número de protones que tiene un átomo en el núcleo. Cuando el átomo es neutro, este número de protones es idéntico al número de electrones que giran en sus órbitas, pero es posible que los átomos pierdan o ganen electrones y cuando esto sucede dejan de ser neutros y quedan con alguna carga: si el átomo gana un electrón, queda cargado negativamente (se le llama *anión*) y si pierde un electrón, queda cargado positivamente (se le llama *catión*). Para que te quede un poquito más claro, veamos algunos ejemplos.

Símbolo del átomo:	[Z]	Número de electrones ( $e^-$ ) y protones ( $p^+$ ) en el átomo neutro:	Formación de un ion:		Símbolo del ion:
Na (Sodio)	11	$e^- : 11$ $p^+ : 11$ 	Si pierde un electrón de valencia, entonces cambia el número de electrones y como hay un protón de más, el átomo deja de ser neutro y se vuelve positivo:	$e^- : 10$ $p^+ : 11$ diferencia de +1 	$Na^{1+}$ (catión)
Cl (Cloro)	17	$e^- : 17$ $p^+ : 17$ 	Si gana un electrón de valencia, entonces aumenta el número de electrones, y el átomo deja de ser neutro y se vuelve negativo:	$e^- : 18$ $p^+ : 17$ diferencia de -1 	$Cl^{1-}$ (anión)

Como podrás observar, para representar un ion se utiliza el mismo símbolo del elemento, pero a un lado y como superíndice, se indica el número de electrones ganados o perdidos. En el caso del sodio, queda cargado positivamente (1+) porque perdió un electrón y tiene un protón de más y el cloro queda cargado negativamente (1-) porque ganó un electrón.

## ACTIVIDAD

### Representación química

**Propósito:** que el estudiante use la simbología química para representar átomos e iones de diferentes elementos.

1. Copia el siguiente cuadro y resuélvelo en tu cuaderno. En la columna "Electrones" se indica el

Elemento	Símbolo del átomo neutro	Electrones	Símbolo del ion
Litio	Li	Pierde 1 electrón	Li <sup>+</sup>
Calcio		Pierde 2 electrones	
Flúor		Gana 1 electrón	
Azufre		Gana 2 electrones	

número de electrones que gana o pierde el átomo para formar un ion; escribe el símbolo del ion en la siguiente columna e identifica, en cada caso, si el ion que se forma es catión o anión (guíate con el ejemplo).

## CIERRE

Como has estudiado hasta ahora, desde hace mucho tiempo los seres humanos hemos estado interesados en contestar la pregunta siguiente: ¿de qué están hechas las cosas? A lo largo de la historia ha habido varios intentos de explicación por medio de diversos modelos. Hoy, el conocimiento del interior de los átomos de los elementos y de cómo éstos interactúan para formar nuevas sustancias nos permite no sólo entender cómo y por qué se forman los compuestos, sino incluso fabricar sustancias como los medicamentos y plásticos que usamos.

Por otro lado, algo que también hemos podido estudiar en esta lección es que los modelos de explicación sobre algún tema pueden cambiar en función de los avances en el conocimiento que ocurren en las diversas áreas de la ciencia. Además, para que la ciencia pueda avanzar siempre será necesario establecer un lenguaje común que permita comunicar y comprender ideas dentro de las diversas disciplinas, como el lenguaje matemático con sus símbolos (+, -, ×, ÷, <math>\leq</math>, etcétera), o el químico con los propios (Sn, He, Cl<sup>-</sup>, Na<sup>+</sup>, etcétera).

## ¿CÓMO AVANCÉ EN MIS CONOCIMIENTOS?

1. Regresa a la actividad de inicio de esta lección (página 86) y vuelve a contestar las preguntas con los conocimientos que adquiriste.
2. Compara tus respuestas de ahora con las que escribiste inicialmente: ¿cambiaron en algo? ¿en qué?
3. Elabora un mapa conceptual (consulta el anexo de la página 267) sobre los átomos de los elementos y su

estructura atómica; para ello, considera, entre otros, los siguientes conceptos: átomo, modelos de Dalton, Thomson, Rutherford y Bohr, partículas subatómicas, electrones, electrones de valencia, niveles de energía, número atómico, enlace químico, estructura de Lewis, lenguaje, símbolos e iones.

## ¿Cuál es la importancia de rechazar, reducir, reusar y reciclar los metales?

### Lección 9. Propiedades de los metales. Toma de decisiones relacionada con: rechazo, reducción, reúso y reciclado de metales

**APRENDIZAJES ESPERADOS:** Identifica algunas propiedades de los metales (maleabilidad, ductilidad, brillo, conductividad térmica y eléctrica) y las relaciona con diferentes aplicaciones tecnológicas. • Identifica en su comunidad aquellos productos elaborados con diferentes metales (cobre, aluminio, plomo, hierro), con el fin de tomar decisiones para promover su rechazo, reducción, reúso y reciclado.

## INICIO

### MIS SABERES PREVIOS

1. Vamos a reconocer algunos metales que están a nuestro alrededor. Haz un recorrido por tu casa y elige cinco objetos que se encuentren ahí. Copia el siguiente cuadro en tu cuaderno y complétalo como en el ejemplo.

Habitación	Objeto	Material	Se puede sustituir por...
cocina	sartén	metal	barro
	fregadero	metal	cemento
recámara			

2. Comparte el cuadro con tus compañeros y comenten.

- ¿Cuáles son los materiales más usados para fabricar cosas?
- ¿Todos los objetos que encontraron se pueden sustituir con otro tipo de material o hay algunos que no? ¿Cuáles? ¿Por qué?
- ¿Cuántas de las cosas son de metal o tienen componentes metálicos?
- ¿Cómo identificas si un objeto está hecho de algún metal?
- De acuerdo con tus resultados y los de tus compañeros, ¿cuál es el uso más común para los metales?

## DESARROLLO

Como te habrás dado cuenta, usamos muchos metales en nuestra vida. Sin embargo, por sus propiedades algunos sirven para un uso determinado, por lo que en algunos casos es muy difícil sustituirlos, ya sea porque otro material no tiene las propiedades adecuadas o bien porque es más costoso o difícil de conseguir.

A lo largo del tiempo, los humanos hemos usado los materiales de acuerdo con nuestros conocimientos sobre el mundo y con el avance tecnológico y científico que hemos logrado. Primero se usó lo más fácil de conseguir: materiales encontrados en la naturaleza como fibras de plantas, madera, pieles de animales y piedra. Cuando se empezó a tener mayor conocimiento químico y tecnológico, y con el dominio del fuego, fue posible cocer barro para elaborar



Figura 2.24 A lo largo de la historia se han aprovechado diversos materiales para elaborar objetos de uso cotidiano.

### GLOSARIO

**Metales nativos:** metales que no forman parte de ningún compuesto y que regularmente se encuentran en forma de pepitas. Algunos ejemplos son: oro [Au], plata [Ag], platino [Pt] y cobre [Cu].

recipientes de cerámica, pero además fue posible manipular otros materiales que, sin duda, contribuyeron en gran medida al propio desarrollo de la humanidad: los metales (figura 2.24).

### Los metales

Los metales son materiales muy importantes no sólo en la actualidad, pues han sido determinantes en el desarrollo de las sociedades humanas a lo largo del tiempo. Es difícil saber con precisión en qué lugar de la Tierra se usó un metal por primera vez, ni tampoco es fácil saber cuál metal fue. Sin embargo, los vestigios arqueológicos nos llevan a pensar que fue

alguno de los metales que se conocen como **metales nativos**. Tal ha sido el impacto de estos materiales en nuestra vida, que incluso se han utilizado los términos Edad del Cobre, Edad del Bronce y Edad del Hierro para caracterizar etapas prehistóricas que fueron marcadas por el uso de estos metales.

#### EDAD DE LOS METALES



Debido al uso de los metales en las diferentes etapas históricas aparecieron otros cambios tecnológicos y culturales. Por ejemplo, con el uso del hierro, la agricultura cambió mucho debido al uso de nuevas herramientas; la manera de hacer la guerra se modificó al contar con mejores armas y, en general, la vida se modificó con los nuevos objetos metálicos: recipientes, aldabas, clavos, martillos, mazos, etcétera.

Pero ¿qué tienen los metales que transformaron tanto la vida de las antiguas civilizaciones y hoy nos son indispensables? La respuesta es muy sencilla: sus propiedades.

### Propiedades de los metales

Cuando hablamos de materiales, lo que realmente nos interesa es saber cuáles son sus propiedades y cómo podemos aprovecharlas para nuestros propósitos. Para el caso de los metales, las propiedades más importantes se presentan a continuación (cuadro 2.5 y figura 2.28).

Cuadro 2.5 Principales propiedades de los metales

Propiedad	Descripción
Brillo	La mayoría de los metales son sólidos a temperatura ambiente, por lo que tienden a presentar un "brillo metálico". Esta propiedad es la que ha hecho que metales como el oro y la plata sean considerados ornamentales.
Maleabilidad	Esta propiedad se refiere a la capacidad de los metales para tomar forma de láminas. Gracias a esta propiedad es posible usarlos para hacer puertas, ventanas, latas y hasta adornos.
Ductilidad	Se refiere a la propiedad que presentan estos materiales para formar hilos o alambres con ellos. Por ejemplo, se producen los cables de la luz o los hilos de oro con los que se bordaban los trajes de los reyes gracias a esta propiedad.
Conductividad térmica y eléctrica	Los metales son buenos conductores de la electricidad, de ahí que se usen para los cables de corriente de todos los aparatos eléctricos, focos, lámparas, etcétera. Por otro lado, también son buenos conductores de calor, es decir, el calor fluye rápidamente a través de un objeto metálico y por eso cuando dejamos algún objeto con alguna parte metálica expuesto al sol durante un rato, esa parte incluso llega a quemarnos.

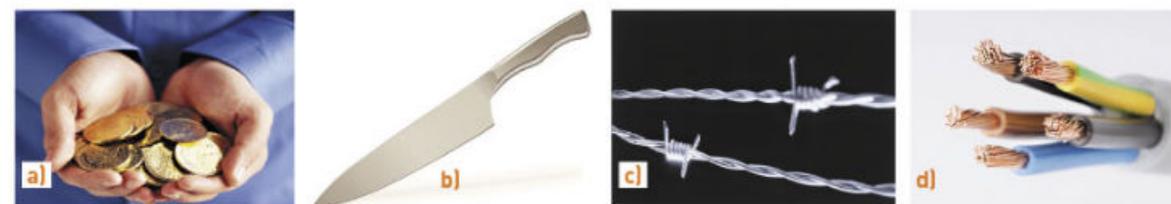


Figura 2.28 Propiedades de los metales: a) brillo, b) maleabilidad, c) ductilidad y d) conductividad eléctrica.

### ACTIVIDAD EXPERIMENTAL

#### Identificar las propiedades

**Propósito:** que el alumno identifique las propiedades de los metales en objetos cotidianos.

**Material por equipo de 4 personas:** un par de pinzas de caimán con cable, pila de 9 volts, led de color, un

recipiente de 1 litro de capacidad para calentar agua, algún medio de calentamiento (parrilla eléctrica o mechero de Bunsen), tripié, 250 mL de agua, objetos metálicos diversos (pequeños y sin pintar), 4 cucharas grandes de diversos materiales (metal, plástico, madera, etcétera).

García Saiz, J. M., *Química industrial*, SEP- Santillana, México [2002].

**Procedimiento**

**Actividad 1**

Observen cuidadosamente los objetos metálicos y describan su forma, color y uso. Identifiquen qué propiedad

se aprovechó para su fabricación. Describan si presentan brillo (para identificarlo, con la lija limpien un poco la superficie metálica). Copien la tabla en su cuaderno y completen la información:

Objeto	Uso	Descripción general	¿Presenta brillo?	¿Qué propiedad se aprovechó?

**Actividad 2**

Arma el dispositivo que se muestra en la figura 2.29. En donde dice "material" coloca, uno por uno, algunos de los diversos objetos metálicos que conseguiste; coloca además otros objetos: un lápiz, una pluma, una hoja, etcétera. Asegúrate de que la punta del caimán negro toque el objeto al mismo tiempo que éste toca la "patita" libre del foquito. Ten cuidado de no tocar el material o el led mientras se cierra el circuito.

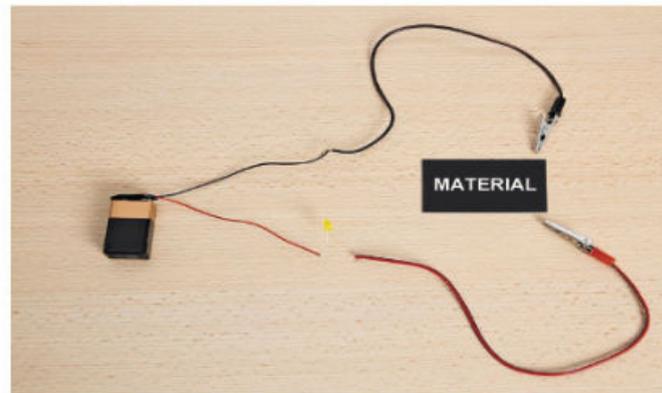


Figura 2.29 Dispositivo conductor.

Anota tus observaciones en el cuaderno.

**Actividad 3**

1. Consigue 4 cucharas de diferente material (madera, plástico, barro, cerámica, aluminio, hierro, plata, entre otros).
2. Pon a calentar el agua en el recipiente e introduce las cucharas (todas al mismo tiempo).
3. Deja calentar al agua durante 10 minutos y toca cada una de las cucharas sin sacarlas del agua. Anota tus observaciones.

**Actividad 2**

1. ¿Qué le sucede al foquito cada que se cierra el circuito con un material diferente?
2. ¿A qué propiedad de los materiales se debe que el foco prenda?
3. ¿Todos los materiales conductores que identificaste son aprovechados para conducir la corriente eléctrica? ¿Por qué?

**Análisis de resultados y conclusiones**

**Actividad 1**

1. ¿De los materiales que reuniste, cuáles son las propiedades de los metales que más se aprovechan para la fabricación de diferentes objetos?

**Actividad 3**

1. Cuando tocas las cucharas después de 10 minutos, ¿qué es lo que percibes en cada una de ellas?, ¿a qué crees que se debe lo observado?

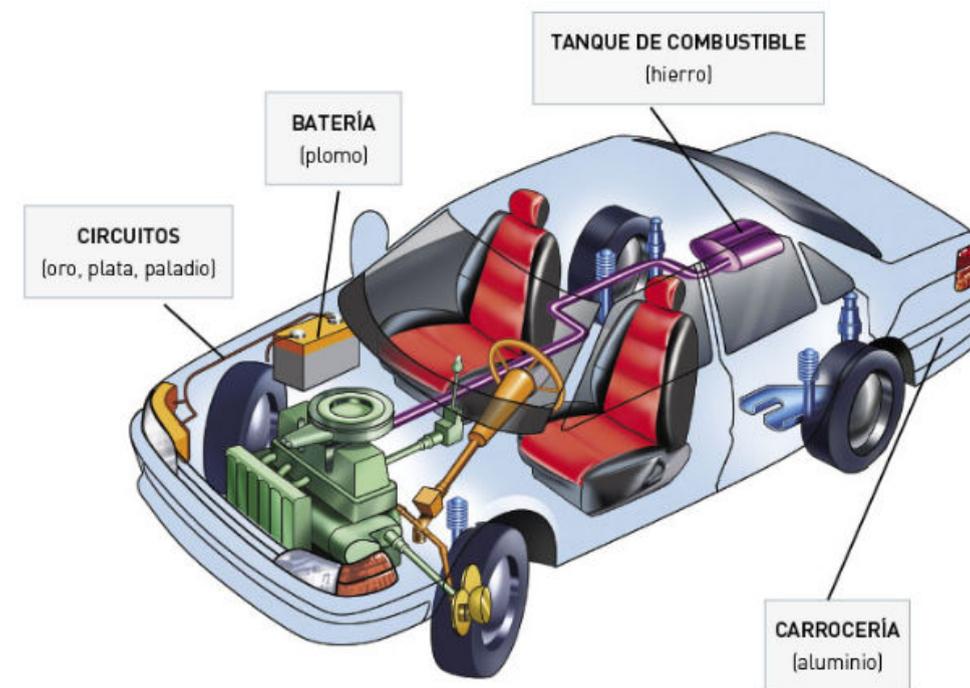
Como hemos visto, dependiendo de las propiedades que presenten los materiales, en este caso los metales, serán útiles para una cosa o para otra. Aunque en la actualidad ya contamos con una gran variedad de materiales sintéticos (plásticos sobre todo) que han sustituido las aplicaciones de los metales, durante mucho tiempo, estos materiales fueron insustituibles y aún hoy seguimos usándolos ampliamente.

**ACTIVIDAD**

**Propiedades de los metales en un automóvil**

**Objetivo:** que el estudiante reconozca, mediante un ejemplo específico, las propiedades de los metales y su

aplicación. A continuación, se presentan distintas partes de un automóvil fabricadas con metales.



1. Busca en diferentes fuentes de información las propiedades de los metales que se muestran en la imagen y explica, para cada caso, en qué propiedad se basan los fabricantes para utilizarlo específicamente en esa sección del auto.
2. Considerando las propiedades de los metales, propon otros usos específicos.
3. Haz un cuadro como el siguiente en tu cuaderno y complétalo.

Metal	Uso (en el automóvil)	¿Por qué se usa? (propiedades)	Otros usos
aluminio	carrocería		
...			









cana: Louis Posselt (1817-1880) (quien en realidad era alemán, pero por esas épocas andaba en México y fue en representación de nuestro país).

En Karlsruhe se trataron varios temas y por supuesto fueron varios los químicos que aportaron sus opiniones, pero fue uno particularmente el que llamó la atención por su manera de presentar sus trabajos: Stanislao Cannizzaro (1826-1910), de quien hablaremos más adelante.

Aunque en ese congreso no se lograron acuerdos definitivos respecto a todos los temas que se trataron ahí, hubo algunos avances que se destacan, por ejemplo:

- se adoptaron nuevas masas atómicas para algunos elementos como hidrógeno (1), carbono (12) y oxígeno (16);
- se mejoró la representación de los compuestos químicos, en la que finalmente se pusieron de acuerdo en cómo representar los compuestos más importantes mediante fórmulas;
- se reconoció que ciertos elementos, como hidrógeno, oxígeno, nitrógeno o cloro, son sustancias conformadas por moléculas diatómicas (de dos átomos) y no de átomos individuales;
- se logró mayor claridad en cuanto al concepto *valencia*.

### Las aportaciones de Cannizzaro



Figura 2.39 Stanislao Cannizzaro, político, químico y profesor italiano.

Como se ha señalado, en la química, uno de los temas de mayor controversia en esas épocas era la distinción de lo que era un átomo, una molécula y, en consecuencia, la distinción entre lo que era masa atómica y masa molecular. El Congreso de Karlsruhe y en particular la intervención de Cannizzaro aclararon estos conceptos [figura 2.39].

Se cuenta que con unas intervenciones llenas de entusiasmo, Cannizzaro habló de sus estudios acerca de la naturaleza atómica de la química en un texto llamado *Sunto di un corso di Filosofia Chimica (Compendio de un curso de filosofía química)*. En las sesiones insistió en la distinción que debería hacerse entre átomos y moléculas.

La aportación de Cannizzaro fue fundamental para que el congreso aprobara la siguiente propuesta:

*Se propone que se adopten conceptos diferentes para molécula y átomo, y que se considere como molécula la cantidad más pequeña de sustancia que entra en reacción y conserva sus características físicas, y que se entienda por átomo la más pequeña cantidad de un cuerpo que entra en la molécula de sus compuestos.*

Pero junto con esta distinción, Cannizzaro estableció la diferencia entre masa atómica y masa molecular, pues en su trabajo describía la construcción de una tabla con 33 sustancias en la que se les relacionaba con masas moleculares y masas atómicas parecidas a los que hoy conocemos [figura 2.40 de la página siguiente]. Como podrás imaginar, para este trabajo, Cannizzaro invirtió mucho tiempo para analizar y determinar cómo distinguir las diferencias entre las masas, pero con paciencia y esfuerzo lo consiguió.

En la tabla se recogen algunas masas moleculares de compuestos de carbono referidos al átomo de hidrógeno, los pesos atómicos y sus fórmulas. En ella uno se da cuenta de que Cannizzaro calcula la masa de las moléculas a partir de las masas atómicas (del hidrógeno = 1; carbono = 12; oxígeno = 16 y

NOME DEI COMPOSTI DI CARBONIO	PESI	PESI		FORMULE facendo H=1; C=12 O=16; S=32
	Delle molecole riferiti all'atomo d'idrogeno	Dei componenti le molecole riferiti al peso dell'atomo d'idrogeno preso per unità		
Ossido di carbonio	28	12 Carbonio	16 Ossigeno	CO
Acido carbonico	44	12 "	32 "	CO <sup>2</sup>
Solfuro di carbonio	76	12 "	64 Solfo	CS <sup>2</sup>
Gas delle paludi	16	12 "	4 idrogeno	CH <sup>4</sup>
Eterene	28	24 "	4 "	C <sup>2</sup> H <sup>4</sup>
Propilene	42	36 "	6 "	C <sup>3</sup> H <sup>6</sup>
Etere	74	48 "	10 idrog. 16 Ossig.	C <sup>4</sup> H <sup>10</sup> O
ec. ec.			ec. ec.	

Figura 2.40 Extracto de la tabla de masas moleculares de Cannizzaro.

azufre = 32). Actualmente, estos valores nos parecen evidentes; sin embargo, en aquellos tiempos, los químicos de todo el mundo se hallaban divididos y algunos tomaban como masa atómica del carbono 6 o 12, y no se ponían de acuerdo, hasta que después de conocer el trabajo minucioso y sistemático de Cannizzaro, las cosas empezaron a ordenarse.

### PARA SABER MÁS

#### Masa atómica

Dejando de lado la historia, hoy sabemos que la masa de un átomo depende del número de protones y neutrones que lo conforman. La masa atómica (peso atómico) es la masa de un átomo en unidades de masa atómica (uma).

Así, por ejemplo, la masa atómica del carbono corresponde a la masa de un átomo de carbono y tiene un valor de 12.011 uma; para el cobre de 63.546 uma; la del sodio de 22.9898 uma, y así sucesivamente con el resto de los átomos de los elementos químicos.

#### Masa molecular

La masa molecular corresponde a la masa de una molécula, ya sea de un compuesto o de un elemento (recordemos que hay elementos diatómicos, triatómicos, etcétera). La masa molecular se puede calcular sumando las masas atómicas de los elementos que constituyen la molécula.

Por ejemplo, si tenemos una molécula como el O<sub>2</sub>, su masa molecular será dos veces la masa de un átomo de oxígeno:  $[15.9994] \times 2 = 31.9988$  uma.

Si consideramos otra molécula, como la del agua, por ejemplo, tenemos:

Fórmula del compuesto	Número de átomos de cada elemento	Masas atómicas de cada elemento	Masa molecular
H <sub>2</sub> O	H: 2 O: 1	H: 1.0079 uma O: 15.9994 uma	H: $1.0079 \times 2 = 2.0158$ O: $15.9994 \times 1 = 15.9994$  Si sumamos: $2.0158 \text{ uma} + 15.9994 \text{ uma} = 18.0152 \text{ uma}$



Aunque en la actualidad parece incompleta (faltaba descubrir varios elementos) y quizá equivocada en algunas de sus apreciaciones (hoy los elementos en la tabla periódica no están acomodados en función de sus masas atómicas, como veremos más adelante), hay que decir que esta tabla fue, sin duda, fundamental para la química, pues Mendeleiev sistematizó y organizó los datos conocidos de los elementos, reformuló y estableció relaciones entre conceptos químicos, pero sobre todo, puso de manifiesto una característica importante, no sólo de la química, sino de las ciencias en general: la capacidad de predecir a partir del conocimiento científico.

#### POST TECNOLÓGICO

Diviértete al jugar con la tabla periódica que se encuentra en:

<<http://www.redir.mx/SQAR120a>>.

Conoce más sobre los elementos químicos en el siguiente vínculo de Internet, donde hallarás una tabla periódica interactiva:

<<http://www.redir.mx/SQAR120b>>.

#### CIERRE

Durante el desarrollo de esta lección has aprendido que la clasificación de los elementos químicos no fue tarea sencilla, sino que se requirió el trabajo de varios químicos a lo largo de los años. Todas las aportaciones de ellos fueron importantes, aun cuando en algunos casos sus ideas tuvieran inconsistencias, pues eso dio la oportunidad de modificarlas hasta que finalmente se llegó a la tabla que conocemos en la actualidad.

#### ¿CÓMO AVANCÉ EN MIS CONOCIMIENTOS?

1. Regresa a la actividad de inicio (página 112) y vuelve a contestar las preguntas. ¿Identificas algún cambio en las respuestas? ¿Qué cambió?
2. Ahora sabes que Mendeleiev fue uno de los primeros en establecer una tabla periódica de los elementos, pero ¿por qué se dice que la clasificación periódica de Mendeleiev fue más importante que otras propuestas (por ejemplo, la de Meyer)?
3. En el caso de la construcción de la tabla periódica, ¿qué importancia tuvo la comunicación entre científicos (por ejemplo en el Congreso de Karlsruhe o por medio del folleto que repartió Cannizzaro)?
4. ¿Qué sucedería con el conocimiento científico si no se comunicaran los avances y descubrimientos en medios como libros, revistas, programas de televisión, etcétera?
5. Además de congresos y otro tipo de encuentros científicos, ¿cómo se divulga la ciencia en la actualidad?
6. En ciencia se dice que "el conocimiento es dinámico"; es decir, las ideas se modifican con descubrimientos o al incrementarse el conocimiento sobre algún tema. Explica esta aseveración usando como ejemplo la construcción de la tabla periódica de Mendeleiev.
7. ¿Consideras que la tabla periódica podría modificarse en el futuro? ¿En qué te basas para responder?

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

### Lección 11. Regularidades en la Tabla Periódica de los elementos químicos representativos Carácter metálico, valencia, número y masa atómica Importancia de los elementos químicos para los seres vivos

**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.
- Relaciona la abundancia de elementos (C, H, O, N, P, S) con su importancia para los seres vivos.

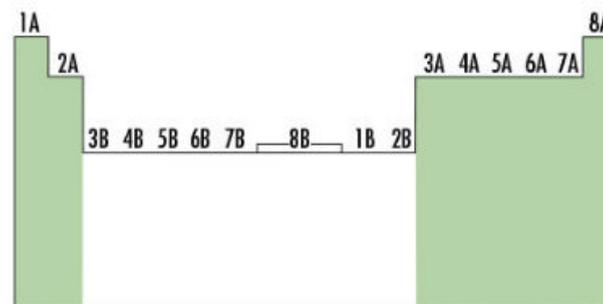
#### INICIO

#### MIS SABERES PREVIOS

**Material por equipo de tres o cuatro integrantes:** tabla periódica de tamaño regular en papel delgado y tijeras.

#### Procedimiento

1. Recorten la tabla periódica (sólo la parte de los elementos representativos, que es la parte señalada en verde; pregunten a su profesor para estar seguros):



2. Recorten cada una de las casillas de los elementos de modo que les queden cuadritos separados. (Asegúrense de no dejar basura en el salón.)
3. Ya que tienen todos sus cuadritos, revuélvanlos y armen la tabla nuevamente: ¡como si fuera un rompecabezas!
4. Tienen sólo 10 minutos para volver a armar la tabla: ¡no consulten ninguna otra tabla periódica, ni su libro!
5. El profesor les dirá si hay algún reconocimiento a quien logre colocar los elementos de manera correcta.
6. Contesten en su cuaderno.
  - ¿Lograron colocar correctamente los elementos de la tabla?, ¿cómo le hicieron?, ¿en qué se fijaron para hacerlo?
  - Si no lo lograron, ¿por qué?, ¿qué les faltó saber para que lograran el objetivo?









## ACTIVIDAD

### Bioelementos

**Propósito:** que el estudiante identifique los bioelementos en diferentes moléculas orgánicas vitales.

1. Busca al menos un ejemplo de molécula (carbohidrato, lípido proteína o nucleótido) e investiga su nombre, estructura, función y los elementos que la constituyen para identificar claramente (en la estructura) los bioelementos.
2. Elijan alguno de los bioelementos (primarios, secundarios u oligoelementos) e investiguen qué sucede en el organismo si hay un aumento o una disminución del mismo en el organismo.

- Comparen entre los integrantes del grupo sus moléculas y discutan si efectivamente la mayoría de estas moléculas están constituidas de los CHNOPS o si hay algunos otros elementos.

## PARA SABER MÁS

El cloro, el sodio y el potasio son reguladores de los líquidos del cuerpo; permiten la formación del ácido clorhídrico en el estómago para la digestión de los alimentos. El cloro se obtiene de la sal común, acelgas, avellanas, carne de res, etcétera. Su deficiencia en el cuerpo causa una disminución en la producción de ácido clorhídrico en la pared gástrica y esto perturba la descomposición de las grasas y de las proteínas.

Si la deficiencia de cloro llega a ser importante (más de 45 gramos, teniendo en cuenta que la cantidad total de cloro en el cuerpo humano llega a aproximadamente 80 gramos), por ejemplo, a consecuencia de largos periodos de vómitos, se producen edemas cerebrales.

## CIERRE

Encontrar las regularidades en la tabla periódica ha sido el fruto del trabajo de investigación de científicos de distintas épocas y nacionalidades, quienes trabajaron para un fin común: entender mejor el comportamiento de la materia.

Algunos elementos químicos son de vital importancia para que todos los organismos lleven a cabo sus funciones vitales, en especial los CHNOPS. El exceso o la deficiencia de éstos causa algunos trastornos en la salud.

## ¿CÓMO AVANCÉ EN MIS CONOCIMIENTOS?

1. Regresa a la actividad inicial (página 121) y hazla de nuevo. ¿Reconoces cambios en tus respuestas?, ¿cuáles?
2. De acuerdo con lo aprendido sobre la tabla periódica en esta lección, ¿qué entiendes por el término *propiedades periódicas*?
3. ¿Cuál es la importancia de los bioelementos? Esta pregunta puede ser el título de un folleto informativo en el que incluyan lo que han aprendido sobre el tema. Ilustren su folleto y préstenselo a amigos y familiares para que les den su opinión sobre su trabajo y sobre el tema de los bioelementos.

## Enlace químico

### Lección 12. 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).

## INICIO

A lo largo de este bloque has reflexionado sobre las propiedades de los materiales y los usos distintos que les damos de acuerdo con esas propiedades. También estudiaste modelos diferentes para explicar la composición de los materiales. ¿Te has preguntado por qué tienen propiedades tan diferentes? ¿Por qué se puede encontrar agua como líquido a temperatura ambiente, mientras que el oxígeno solamente como gas? ¿Por qué la arena no es soluble en agua y la sal sí?

En la siguiente actividad experimentarás con distintos materiales para explicar por qué tienen esas propiedades.

## MIS SABERES PREVIOS

**Propósito:** que los estudiantes utilicen sus conocimientos previos para explicar sus observaciones sobre las propiedades de los materiales.

**Materiales y reactivos por equipo:** aparato de conductividad usado en la lección 3, vasos transparentes (pueden ser de plástico o vidrio), vidrio de reloj o pedazo de cartón negro, cucharita de plástico o espátula, lupa, muestras de sal, azúcar, parafina, alcohol de farmacia (etanol), aceite, agua destilada (puede ser de la que se utiliza en baterías de automóvil o para planchar).

## Procedimiento

1. Tomen las siguientes muestras y, en seguida, hagan las pruebas que se indican.
  - Aspecto. Tomen un poco de la muestra y colóquenla sobre un vidrio de reloj o un cartón negro. Observen con una lupa y anoten lo que ocurre.
  - Conductividad del sólido o del líquido. Utilicen el aparato de conductividad y prueben si estas sustancias conducen la electricidad.
  - Solubilidad en agua. Tomen un poco de cada una de las muestras y añádanles agua; agiten vigorosamente y observen.
  - Conductividad en disolución. Tomen cada uno de los electrodos del aparato de conductividad y sumérjanlos en la mezcla, cuidando de que no se toquen entre sí.

Copien en sus cuadernos un cuadro como el de la página siguiente y registren sus resultados.

Sustancia	Aspecto	Conductividad en sólido/líquido	Solubilidad	Conductividad en disolución

### Análisis de resultados y conclusiones

1. Clasifiquen las sustancias en dos grupos de acuerdo con sus propiedades.
2. Compartan esta clasificación con el resto de sus compañeros y verifiquen si todos son iguales.
3. Expliquen por qué las sustancias tienen propiedades diferentes. No se trata de tener las respuestas correctas, sino de que con sus conocimientos previos expongan lo que ustedes piensan. Al final de la lección tendrán más elementos para explicar sus observaciones.

### DESARROLLO



**Figura 2.60** El cuerpo humano está formado principalmente por oxígeno, carbono, hidrógeno, nitrógeno, calcio y fósforo. Estos elementos forman 99% de la masa del cuerpo humano. El resto, 0.85%, está compuesto por otros cinco elementos: potasio, azufre, sodio, cloro y magnesio.

¿Por qué las sustancias tienen propiedades tan diferentes? Unas se disuelven en agua y otras son totalmente insolubles; algunas son gases a temperatura ambiente mientras que otras se funden a temperaturas mayores de 3000 °C (figura 2.60). Esta diversidad es algo que siempre ha asombrado a los seres humanos y los ha llevado a organizarlas de diferentes maneras, como hemos visto a lo largo de este bloque. En esta lección trataremos de explicar por qué las sustancias tienen las propiedades que tienen, como lo hiciste en el experimento inicial.

### Modelos de enlace

En estas lecciones has trabajado con modelos: en la lección 7 utilizamos el modelo corpuscular para explicar las diferencias entre los átomos y las sustancias puras; en la lección 8 conocimos la manera en que ha cambiado el modelo atómico, por lo que pudimos darnos cuenta que los modelos se transforman a lo largo del tiempo para explicar mejor algunos fenómenos como las propiedades de los materiales.

En esta lección trabajaremos con el modelo de enlace químico, para comprender mejor las propiedades de los materiales. El modelo de enlace explica que las propiedades de una sustancia dependen de su composición (los átomos de los que está formada y la proporción de cada uno de ellos) y también de la estructura (de la forma en que esos átomos se acomodan). Las propiedades de los materiales tienen que ver no sólo con el tipo de átomos que los componen, sino también con la manera en que se ordenan e interactúan esos átomos; por ejemplo, las propiedades del dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) son muy diferentes a las del monóxido de carbono (CO), aun cuando el tipo de átomos que los componen es el mismo.

Además, para entender por qué una sustancia tiene determinadas propiedades iremos continuamente del mundo macroscópico, el que podemos ver, oler y tocar, al mundo microscópico, que no podemos ver y que se explica a partir de átomos, iones y moléculas.

Los modelos de enlace químico con que explicamos las propiedades de las sustancias han sido producto del esfuerzo de muchos científicos a lo largo de la historia.

Para explicar las distintas propiedades de las sustancias (por ejemplo, por qué algunas se disuelven en agua y otras no, por qué unas conducen la electricidad cuando se disuelven y otras no), utilizaremos dos modelos de enlace: iónico y covalente. Aunque podrían parecer modelos diferentes, el principio fundamental es el mismo: la idea de que los átomos están formados por partículas cargadas (protones y electrones) y de la manera en que éstos se atraen o se repelen dependerá la estructura de la sustancia.

### Modelo de enlace iónico

Las rocas y los minerales son los materiales que forman, literalmente, el sustento de la Tierra; tienen forma cristalina, resisten temperaturas muy elevadas (su punto de fusión es elevado) y se disuelven en agua, con lo que proveen nutrientes a los animales y las plantas; sus disoluciones conducen la electricidad (figura 2.61). Las rocas y los minerales han sido indispensables para aumentar el conocimiento humano; de ellas se obtienen, por ejemplo, datos sobre la manera en que el Universo ha evolucionado (por ejemplo, cuando se analizan los meteoritos). Las propiedades de este grupo de sustancias son explicadas utilizando el modelo de enlace iónico.

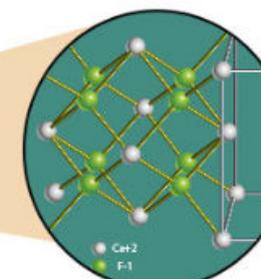
De acuerdo con el modelo de enlace iónico, los núcleos de los átomos de uno de los componentes de la sustancia atraen con mucho más fuerza a los electrones del otro átomo y forman iones (positivos y negativos) que se atraen entre sí y se agrupan en estructuras cristalinas por medio de atracciones electrostáticas (figuras 2.62 y 2.63).



**Figura 2.61** La extracción de la sal de mar (cloruro de sodio) ha sido muy importante para el desarrollo de los humanos, pues permitió la conservación de alimentos y fue una mercancía muy valiosa y apreciada en los intercambios comerciales.



**Figura 2.62** Uno de los compuestos iónicos más comunes es el cloruro de sodio (la sal de mesa). La fórmula de esta sustancia es NaCl. Esto quiere decir que por cada ion de cloruro hay un ion sodio en la red cristalina.



**Figura 2.63.** El mineral fluorita es la fuente natural del fluoruro de calcio [CaF<sub>2</sub>] que tiene muchísimas aplicaciones en la industria química. Nota que en este caso hay dos iones fluoruro (F<sup>-</sup>) por cada ion de calcio (Ca<sup>2+</sup>).

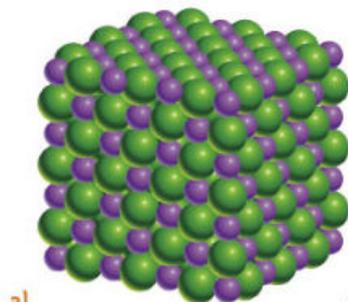
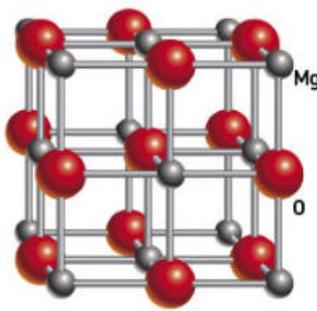


Figura 2.64 a) Representación de los iones en el cloruro de sodio (NaCl). b) Representación de los iones en el óxido de magnesio (MgO).



b)

Recuerda que en la lección 8 estudiaste que los átomos de los metales tienden a perder electrones para completar su octeto, por lo que forman iones positivos (cationes), mientras que los elementos no metálicos tienden a ganar electrones para completar su octeto, por lo que forman iones negativos (aniones). Una vez que esto ocurre, los cationes (iones positivos) y aniones (iones negativos) se atraen unos a otros para formar una estructura cristalina que nos ayuda a explicar las propiedades de estas sustancias.

Ahora utilizaremos el modelo de enlace para explicar con más claridad las propiedades de las sustancias formadas por un elemento metálico y un elemento no metálico, como el  $\text{CaF}_2$  y el  $\text{NaCl}$ , respectivamente.

#### Alta temperatura de fusión

Para que el sólido se transforme en líquido se deben "romper" todas las interacciones entre los iones. La energía que se requiere para esto depende de la carga y el tamaño de los iones.

Por ejemplo, el punto de fusión del cloruro de sodio es de  $801^\circ\text{C}$  y el del óxido de magnesio es de  $3100^\circ\text{C}$  [figura 2.64].

#### Son quebradizos y frágiles

Cuando se ejerce presión sobre el cristal de la sustancia iónica, los iones positivos se acercan a otros iones positivos, lo cual genera una gran repulsión que ocasiona que al romperse se genere un plano.

#### Generalmente son solubles en agua

Como la distribución de los electrones en el agua no es uniforme, ésta puede atraer a los iones que están en la estructura cristalina.

Cuando los iones tienen mayor carga, la atracción del agua es menor que la atracción entre los iones, por lo que algunas sustancias iónicas, como el óxido de calcio ( $\text{CaO}$ ), son muy poco solubles en agua.

#### Conducen la electricidad cuando están fundidos o disueltos en agua

Al disolverse en agua, los cationes y aniones se mueven entre las moléculas de agua y conducen la electricidad. En estado sólido no conducen la electricidad, puesto que los cationes y aniones se encuentran fijados en la estructura cristalina [figura 2.65].

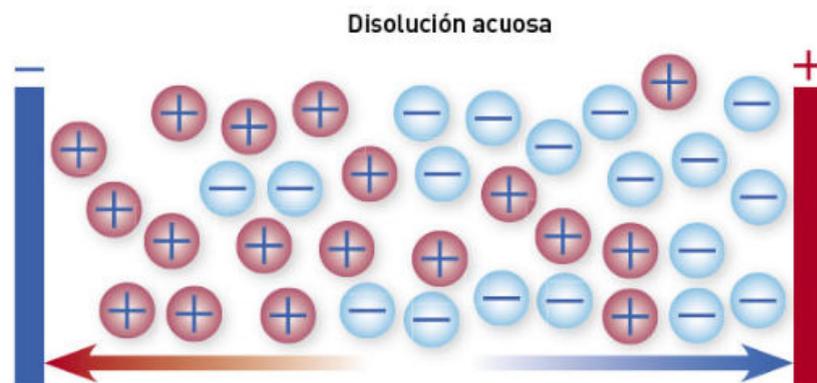


Figura 2.65 Representación esquemática del flujo de iones al disolverse en una solución acuosa.

### Modelo de enlace covalente

No todas las sustancias son sólidas; estamos rodeados [literalmente] por una mezcla de sustancias gaseosas: oxígeno, nitrógeno y argón, y nuestro cuerpo y nuestro planeta están formados por aproximadamente 75% de agua. Las propiedades de estas sustancias no se explican utilizando el modelo de enlace iónico, por lo que, para explicarlas, utilizaremos el modelo de enlace covalente.

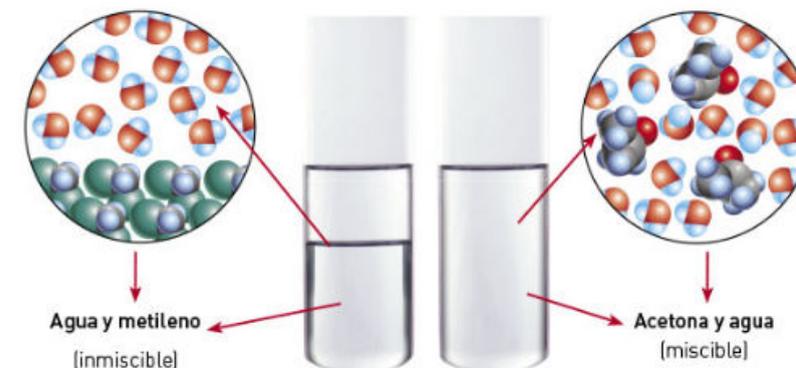
Las propiedades de las sustancias formadas por elementos no metálicos se explican utilizando el modelo de enlace covalente. Dado que los átomos de los elementos no metálicos presentan una atracción similar por los electrones, se supone que los átomos comparten sus electrones externos para formar compuestos más estables, porque tienen sus octetos completos (como ya revisaste en la lección 8). A continuación encontrarás la descripción de las propiedades de estas sustancias.

#### Tienen puntos de fusión muy variables

Para que se fundan las sustancias con enlace covalente, las fuerzas entre las moléculas deben romperse, pero no la interacción covalente entre los átomos. Por ello, muchas sustancias con enlaces covalentes son gases como el  $\text{H}_2$ ,  $\text{O}_2$  y  $\text{Cl}_2$ . Otras son líquidas, como el etanol ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ) y el agua, o sólidas como el azúcar ( $\text{C}_{22}\text{H}_{11}\text{O}_{22}$ ) y la naftalina ( $\text{C}_{10}\text{H}_8$ ) [figuras 2.66 y 2.67].

#### Generalmente no son solubles en agua

Muchos de los compuestos covalentes no se disuelven en agua debido a que sus moléculas tienen una distribución uniforme de carga y, por ello, no se presenta interacción. Algunos, como el azúcar y el etanol, sí son solubles en agua [figura 2.68].



**No conducen la electricidad en estado sólido, ni disueltas en agua o fundidas**  
Cuando una sustancia con enlace covalente, como el azúcar, se funde o se disuelve en agua no produce partículas cargadas (iones), por lo que no conduce la electricidad.

#### POST TECNOLÓGICO

En la siguiente dirección electrónica hay una simulación de cómo se disuelve sal y azúcar en agua. En ella se representa por qué una conduce la electricidad y la otra no, además de que muestra qué cambios ocurren con la concentración:  
<<http://www.redir.mx/SQAR135>>

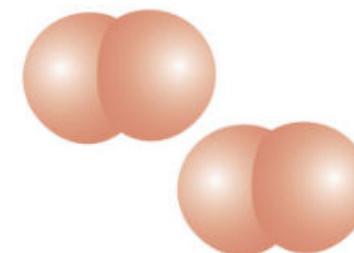


Figura 2.66 La interacción entre las moléculas de nitrógeno es prácticamente inexistente a temperatura ambiente. El nitrógeno se licua (se transforma en líquido) a  $-180^\circ\text{C}$ .

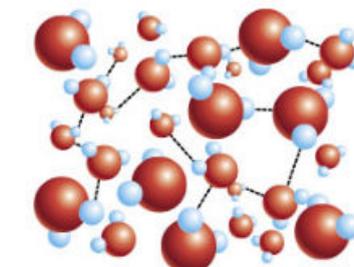


Figura 2.67 Las moléculas de agua interactúan entre sí a temperatura ambiente. El punto de ebullición del agua es  $100^\circ\text{C}$ .

Figura 2.68 Algunas sustancias covalentes, como el aceite y el metileno, forman una mezcla heterogénea con el agua; otras, como la acetona y el alcohol, se disuelven y forman una mezcla homogénea.

**ACTIVIDAD**

**Tratar de predecir**

**Propósito:** que los estudiantes predigan el modelo de enlace que se forma entre átomos de distintos elementos.

1. Identifica qué modelo de enlace es más probable que se forme entre los átomos de los elementos siguientes. Justifica tu respuesta; es decir, di por qué piensas que tendrán ese enlace.

Átomos	Modelo de enlace	Justificación
carbono e hidrógeno		
silicio y oxígeno		
yodo y potasio		
cloro y magnesio		
nitrógeno y flúor		

**PARA SABER MÁS**



Figura 2.69 Los asbestos son materiales muy utilizados por sus propiedades únicas: resistentes al fuego, aislantes térmicos, no reaccionan con otras sustancias químicas y no conducen la electricidad, además de su precio relativamente bajo.



Figura 2.70 Las personas que trabajan en la industria de la construcción o que viven cerca de edificios derruidos están expuestas a inhalar gran cantidad de asbestos.

Los asbestos pertenecen a un grupo de minerales ampliamente utilizados en la industria de la construcción gracias a sus propiedades: son ligeros y fibrosos, lo que los hace excelente para usarlos como material resistente al fuego y como aislante térmico. Por ello, se utilizan en construcciones como parte de láminas y tinacos, en los sistemas de frenos de los automóviles y también en la fabricación de ropa resistente al fuego y guantes, entre otros (figura 2.69).

Sin embargo, las propiedades de los asbestos que se mencionaron son las responsables de que también sean un material tóxico: son ligeros y fibrosos, propiedades que los hace pulverizables. Cuando el polvo de asbestos se aloja en los pulmones de las personas en cantidades considerables, genera enfermedades potencialmente mortales, como el cáncer de pulmón y de pecho (figura 2.70).

Si bien el uso de asbestos para la construcción se ha prohibido en muchos países (por ejemplo, en Estados Unidos de América está prohibida la fabricación de materiales nuevos con asbestos desde 1989), en México aún se sigue importando el mineral (no se produce en el país) y con él se fabrican muchísimos productos.

Hay varios tipos de asbestos, los más comunes son el asbestos azul (crocidolita) y el blanco (crisotilo). Aunque la fórmula química de ambas variedades de asbestos es muy similar, los cristales tienen formas diferentes de acuerdo con las condiciones en que se forman. La crocidolita crece como fibras largas y derechas, mientras que el crisotilo lo hace como hilos rizados. Se ha encontrado que los riesgos de salud son considerables en los lugares en los que la crocidolita es predominante.

**ACTIVIDAD**

**Reconocer enlaces: ¿iónico o covalente?**

**Propósito:** que los estudiantes reconozcan el modelo de enlace que explique las propiedades de las sustancias.

1. A partir de las propiedades de las siguientes sustancias, identifica qué modelo de enlace es más probable que presenten. Explica por qué piensas que éste es el modelo adecuado.

Imagen de la sustancia	Nombre y fórmula	Propiedades	Representación	¿Modelo de enlace?
	bromuro de magnesio (MgBr)	Sólido a temperatura ambiente. Su punto de fusión es de 747 °C. Se utiliza como anticonvulsivo.		
	naftalina (C <sub>10</sub> H <sub>8</sub> )	Sólido cristalino blanco. Punto de fusión: 80.3 °C. Insoluble en agua. Se utiliza como fumigante.		
	óxido de calcio (CaO)	Sólido cristalino blando. Punto de fusión: 2572 °C. Poco soluble en agua. Se utiliza para pintura y para lanixtamalización del maíz.		

**CIERRE**

En esta lección hemos revisado dos modelos de enlace: iónico y covalente (figura 2.71). Ambos modelos se basan en la idea de que los electrones de átomos diferentes se atraen de maneras diferentes y forman compuestos con estructuras diversas, gracias a lo cual se explica la inmensa cantidad de materiales naturales y sintéticos.

Con los modelos de enlace se explica la diversidad de propiedades de los materiales: pensar en las sustancias formadas por partículas que interactúan unas con otras debido a las cargas eléctricas ayuda no sólo a comprender las propiedades de los materiales, sino también a proponer cómo hacer otros nuevos.

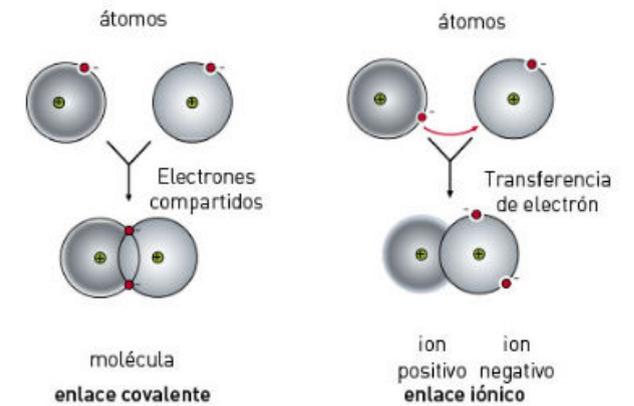


Figura 2.71 Cuando uno de los átomos que forman la sustancia es metálico y el otro no metálico, su capacidad de atraer electrones es muy diferente, por lo que forman enlaces iónicos; cuando la capacidad de atraer electrones es similar, se forman enlaces covalentes.

**¿CÓMO AVANCÉ EN MIS CONOCIMIENTOS?**

1. Revisa de nuevo la actividad de inicio (página 131); en ella experimentaste con sustancias como la sal (NaCl), el etanol (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH), la parafina (C<sub>30</sub>H<sub>62</sub>) y el aceite (C<sub>16</sub>H<sub>32</sub>O<sub>2</sub>).
2. Identifica qué tipo de enlace se encuentra en cada sustancia con que experimentaron.
3. Utiliza lo que aprendiste sobre modelos de enlace para explicar por qué tienen esas propiedades.
4. Comparte tus respuestas con tus compañeros de equipo y discutan si no están de acuerdo con alguna explicación.
5. Comparen esta explicación con la que hicieron en el inicio. ¿Son diferentes?
6. Investiga en distintas fuentes de información algunas de las sustancias covalentes o iónicas que se utilizan en la industria química.

## Proyectos: ahora tú explora, experimenta y actúa (preguntas opcionales)

### Integración y aplicación

#### Lección 13. ¿Cuáles elementos químicos son importantes para el buen funcionamiento de nuestro cuerpo? ¿Cuáles son las implicaciones en la salud o el ambiente de algunos metales pesados?

**POST TECNOLÓGICO**

Composición química del organismo humano:  
<<http://www.redir.mx/SQAR138a>>

Elementos químicos ordenados por su presencia en el cuerpo humano:  
<<http://www.redir.mx/SQAR138b>>

**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.

Las sustancias químicas y sus aplicaciones son fundamentales en nuestra vida, incluso nuestro cuerpo está formado por elementos químicos. En este proyecto te proponemos ampliar tus conocimientos sobre los elementos químicos importantes para nuestro cuerpo y los daños que en él ocasionan los metales pesados.

Al hacer estos proyectos aprenderás que algunos metales, fundamentales para el buen funcionamiento del cuerpo humano en concentraciones muy pequeñas, son también muy tóxicos cuando sus concentraciones son mayores.

En el cuerpo humano se encuentran más de 60 elementos químicos. El 96% de nuestro cuerpo está formado por cuatro elementos: carbono, oxígeno, hidrógeno y nitrógeno. Otros elementos con una importante presencia son: calcio (1.5%), fósforo (1%), potasio, (0.25%), azufre (0.25%), sodio (0.15%), cloro (0.15%), magnesio (0.15%) y hierro (0.0006%). Esto significa que más del 99% del cuerpo está compuesto sólo por 12 elementos químicos diferentes.

Los otros elementos se encuentran en concentraciones muy pequeñas (que se llaman trazas), pero aun así tienen funciones en el cuerpo. Te presentamos algunos ejemplos:

- Cinc: es un elemento fundamental para los animales y las plantas. Es vital para muchas funciones biológicas y tiene un papel relevante en más de 300 enzimas en el cuerpo humano. El cuerpo adulto contiene entre 2 y 3 gramos de cinc que en su mayoría se encuentran en los músculos y huesos.
- Cobalto: es un elemento que forma parte de la vitamina B<sub>12</sub> y es necesario para el desarrollo de las células sanguíneas. Se encuentra en la carne y en otros vegetales.
- Cromo: es un elemento fundamental para la actividad de la insulina por lo que se relaciona con enfermedades como la diabetes.

- Cobre: en el cuerpo se encuentran entre 50 y 120 mg de cobre. Es indispensable para la absorción de hierro en las células sanguíneas. En las investigaciones se sugiere que la deficiencia de cobre es un factor relevante para las enfermedades del corazón.

Por otro lado, los metales pesados son tóxicos y provienen principalmente de la actividad industrial y de una disposición inadecuada de algunos materiales como las pilas y las baterías, como puedes leer a continuación.

#### Contaminación por pilas y baterías en México

En las últimas décadas, en el territorio nacional se han liberado al ambiente más de 635 000 toneladas de pilas, en cuyo contenido hay elementos inocuos al ambiente y a la salud (en cantidades proporcionalmente adecuadas), como carbón (C) o cinc (Zn), pero también unos que pueden representar un riesgo debido a los grandes volúmenes emitidos, como es el caso de 145 918 toneladas de dióxido de manganeso (MnO<sub>2</sub>) y otros elementos tóxicos como 1 232 toneladas de mercurio (Hg); 22 063 toneladas de níquel (Ni); 20 169 toneladas de cadmio (Cd) y 77 toneladas de compuestos de litio (Li). Dichas sustancias tóxicas representan casi 30% del volumen total de residuos antes mencionado, es decir, aproximadamente 189 382 toneladas de materiales tóxicos para el periodo comprendido entre 1960 y 2003.

#### Los riesgos

Dado que algunos de los componentes de las pilas y baterías son tan dañinos que incluso producen cáncer, al concluir su periodo útil éstas deberían ser depositadas en sitios especiales para su reciclaje. Pero la educación ambiental, los altos costos y los requerimientos

de tecnología especializada han limitado estas tareas y las pilas se desechan en la basura común, por lo que sus componentes se liberan en el agua, la tierra y el aire.

Al ser desechadas o almacenadas, éstas se oxidan por la descomposición de sus elementos y materiales, y provocan daños a su envoltura y con ello se liberan las sustancias tóxicas en los suelos, cuerpos de agua superficiales o subterráneos.

Por ejemplo, científicamente se ha demostrado que el mercurio se evapora a temperatura ambiente y sus átomos viajan a través del ambiente. Cuando éstos se depositan en el agua se transforma en mercurio orgánico y es asimilado por pescados y mariscos, que al ser consumidos ponen en riesgo la salud de las personas.

Otra forma de contaminación con mercurio es por medio de la inhalación de los vapores emitidos por éste en su forma metálica.

Adaptación de José Castro Díaz y María Luz Díaz Arias, "La contaminación por pilas y baterías en México", en Gaceta Ecológica, núm. 72, 2004, disponible en: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=53907205>> (Consulta: 23 de enero de 2017).

#### Fase 1: exploración del tema

Después de leer el texto anterior, te habrás dado cuenta de que el problema de la contaminación por metales pesados es muy grave y de que probablemente esté presente en tu comunidad, ¡sin que los ciudadanos seamos conscientes de ello!

Si investigas sobre **metales pesados** tienes la oportunidad de contribuir a que los miembros de tu comunidad tomen conciencia y emprendan acciones para solucionar problemas de contaminación, y si lo haces sobre metales en el cuerpo humano puedes comunicar la importancia de una dieta balanceada para obtener todos los elementos que nuestro cuerpo necesita.

Primero que nada, te sugerimos que hagas equipo para trabajar en el proyecto. Una vez integrado el equipo, comienza a investigar un poco más sobre el tema en Internet y en la biblioteca.

#### GLOSARIO

**Metal pesado:** Grupo de elementos químicos con alta densidad. Son tóxicos para los seres vivos.

Páginas del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático  
 <<http://www.redir.mx/SQAR140a>>,  
 <<http://www.redir.mx/SQAR140b>>.  
 "El agua y la vida", en Manuel Guerrero, *El agua*, México, Fondo de Cultura Económica (La ciencia para todos), 1991, disponible en:  
 <<http://www.redir.mx/SQAR140c>>.  
 Página del Cenapred  
 <<http://www.redir.mx/SQAR140d>>.

Algunas preguntas que servirán de guía para la búsqueda son:

- ¿Cuáles son las fuentes de contaminación por metales pesados (industriales, domésticas, naturales) y qué afectaciones al medio ambiente (agua, suelo, aire, flora y fauna) ocasionan éstos?
- ¿Qué efectos tiene en la salud humana la exposición a estos metales?
- ¿Se han implementado mecanismos para eliminar los metales pesados de zonas contaminadas?
- ¿Cuáles de los elementos químicos esenciales para el cuerpo humano se obtienen con la dieta? ¿En qué alimentos los encontramos?
- ¿Cuáles metales están en el cuerpo humano y cuáles son sus funciones?
- ¿Cuáles son las consecuencias de la falta y el exceso de metales en el cuerpo humano?

**Fase 2: definir el problema o pregunta del proyecto**

Ya que tienen las bases teóricas del tema, lo siguiente es delimitarlo. Si te interesa hacer una investigación sobre la posible contaminación por metales pesados en tu entorno identifica las fuentes de contaminación por metales pesados (figura 2.72) para que pienses cuáles son las que más impactan en tu comunidad. Por ejemplo, si vives en una ciudad muy transitada es posible que la fuente de contaminación sean los vehículos y el principal contaminante, el plomo; por el contrario, si vives en una zona minera como Zacatecas, Chihuahua o Hidalgo, lo más seguro es que haya contaminación del agua y suelo debido al trabajo de las compañías mineras.

Una vez que hayas hecho esta exploración consulta las noticias de los periódicos y medios de comunicación locales, así como notas o boletines emitidos por los centros de investigación y universidades.



Figura 2.72 Diversas fuentes de contaminación por metales pesados: a) desechos industriales, b) fertilizantes, c) pinturas, d) emisiones de automotores y e) baterías.

Algunos ejemplos de este tipo de notas y noticias son los siguientes:

- Nota: Francisco Valdés Perezgasga, "El caso Peñoles; contaminación por metales pesados en Torreón, Coahuila", en *La Jornada* [en línea], 26 de abril de 2001, disponible en:  
 <<http://www.jornada.unam.mx/2001/04/30/eco-valdez.html>>
- Noticia: "Detectan metales pesados en los árboles del Bosque de Tlalpan", en *Gaceta UNAM*, 20 de septiembre de 2012, disponible en:  
 <[http://www.agua.unam.mx/noticias/2012/unam/not\\_unam\\_septiembre20.html](http://www.agua.unam.mx/noticias/2012/unam/not_unam_septiembre20.html)>

Si te interesa el tema de los elementos metálicos en el cuerpo humano haz una investigación documental sobre los requerimientos del cuerpo humano de distintos metales e indaga si en la dieta tradicional de tu comunidad se consumen alimentos suficientes para tener esta cantidad de metales. Para ello, efectúa algunas encuestas con tu familia o vecinos y calcula cuántos metales se consumen y propón formas para determinar cómo subsanar estas deficiencias.

Cuando tengas información suficiente sobre tu comunidad haz una o varias preguntas que serán las que habrás de responder durante el desarrollo de la investigación; por ejemplo:

- ¿Cuál ha sido el efecto de los metales pesados en los peces del río Tonalá?
- ¿Cuál es el efecto del exceso y la deficiencia de cromo en las personas?
- ¿Qué tipo de metales desecha la industria curtidora de pieles?
- ¿Cuáles son las consecuencias de no consumir una cantidad suficiente de cinc en la dieta diaria?

Los estudiantes de una escuela secundaria de Torreón, Coahuila encontraron en su búsqueda muchas noticias en las que se denunciaba la contaminación ocasionada por una compañía minera de la región y decidieron tomar ese tema como proyecto de investigación. Primero hicieron un cuadro con los propósitos del proyecto, como el del primer bloque, y algunas preguntas que plantearon fueron:

- ¿Cuáles son los datos generales de la compañía: historia, productos que extrae, ubicación, entre otros?
- ¿Qué metales pesados son los principales contaminantes?
- ¿Qué efectos en la salud provocan este tipo de metales?
- ¿Qué población es la más afectada (por la cercanía a la empresa o a la zona de desechos, por rango de edad o tiempo de exposición, etcétera)?
- ¿Qué medidas hay que tomar para prevenir y mitigar los efectos de esta contaminación desde diversos ámbitos: la empresa, el gobierno y la sociedad en general?

**Fase 3: participar en el desarrollo del proyecto y dar respuesta al problema**

Para responder las preguntas que te plantees opta por varios mecanismos para obtener información: consultas bibliográficas, hemerográficas y en Internet,



**Figura 2.73** Hacer entrevistas aporta información muy útil a tu investigación, sin embargo, debes ser muy cuidadoso al hacerlas y considerar contar con un cuestionario previo a la entrevista con preguntas claras y concisas.

recorridos por la comunidad acompañados de entrevistas a los ciudadanos o a expertos (figura 2.73).

Por ejemplo, los estudiantes de Torreón establecieron una estrategia muy clara para obtener información: algunos miembros del equipo buscaron información en Internet y en la biblioteca acerca de los metales pesados y sus efectos; otros, decidieron ir a Saltillo a pedir informes en la Secretaría de Medio Ambiente de Coahuila (Sema) sobre las zonas geográficas y población más afectadas, y mantuvieron comunicación por medio de correo electrónico con algunos funcionarios y empleados de esa institución; algunas veces tuvieron dificultades con Internet, pero

hablaron por teléfono para no detener el curso de su investigación; otros hicieron entrevistas a los papás de unos compañeros que trabajaban en la compañía y buscaron información sobre su historia y actividad comercial. Otros más se dedicaron a buscar las posibles opciones de remediación y prevención de este tipo de contaminación.

Para completar su investigación, el equipo de estudiantes entrevistó a personas de la comunidad que identificaron como las más afectadas, con el propósito de verificar si sabían de esta problemática y si no, tomaran algunas medidas.

#### Fase 4: comunicar y evaluar el proyecto

Para comunicar los resultados de la investigación elabora folletos o boletines informativos para repartir en la comunidad. Estos folletos servirán en el caso de que encuentres que la contaminación por metales constituye o puede constituir un problema grave y la gente no está informada sobre este hecho, y también si encuentras que las personas no tienen una dieta balanceada que les permita tener todos los metales necesarios para el buen funcionamiento del cuerpo.

Un grupo de estudiantes en una secundaria de Torreón encontraron que la contaminación, particularmente por plomo, es un grave problema en la región y que afecta sobre todo a los niños pequeños. Otro grupo de la misma secundaria encontró que en la dieta de muchos de los estudiantes podría haber una deficiencia de metales. Decidieron tomar acciones haciendo un periódico escolar (figura 2.74) en el que expusieron y explicaron estas problemáticas a la comunidad.

Para la elaboración de su periódico siguieron varios pasos:

1. Elección de un nombre para el periódico que se relacione con el tema.
2. Selección de las secciones, acordes con la línea de la propia investigación.
3. Diseño del periódico: cómo resumir y editar la información, seleccionar las imágenes, el tipo de letra, etcétera.
4. Hacer la impresión de los pequeños periódicos.

Cuando se tiene el medio de comunicación (boletín, folleto o periódico), lo más importante es compartirlo con la comunidad a fin de generar conciencia sobre las problemáticas tratadas.

Una vez que termines el proyecto es importante evaluarlo. Proponemos la siguiente rúbrica para evaluar algunos aspectos importantes para la elabora-

ción de un proyecto. Puedes utilizarla al inicio del proyecto para identificar los aspectos relevantes y al final para que, como equipo, evalúen el trabajo que hicieron.

Aspectos	Muy bien	Bien	Necesita mejorarse
Definición de preguntas de investigación	El equipo siguió más de tres preguntas de investigación razonables, creativas y originales.	El equipo construyó al menos tres preguntas de investigación razonables.	El equipo construyó (con ayuda de la maestra o el maestro) al menos tres preguntas razonables.
Planeación del tiempo	El equipo desarrolló una planeación del tiempo completa, que incluye las fechas en que se concluirá cada una de las fases del proyecto. Todos los miembros del equipo conocen la planeación y se apegan a ella.	El equipo desarrolló una planeación del tiempo completa que incluye las fechas en las que se concluirá la mayoría de las fases del proyecto. Todos los miembros del equipo conocen la planeación y se apegan a ella.	El equipo desarrolló una planeación del tiempo que incluye las fechas en las que se concluirán algunas de las fases del proyecto. Casi todos los miembros del equipo conocen la planeación y se apegan a ella.
Organización de la información	El equipo tiene un plan para organizar la información conforme ésta es recolectada. Todos los estudiantes conocen este plan.	El equipo tiene un plan para organizar la información al final de la investigación. Todos los estudiantes conocen este plan.	El equipo requiere ayuda del profesor para diseñar un plan para organizar la información. Todos los estudiantes conocen este plan.
Identificación de fuentes	El equipo identifica más de dos fuentes confiables e interesantes para obtener información.	El equipo identifica al menos dos fuentes confiables para obtener información.	El equipo identifica fuentes sin confirmar su confiabilidad.

Una vez que hayan hecho la evaluación por equipo, escriban un párrafo en el cuaderno en el que mencionen qué fue lo que aprendieron al hacer este proyecto. Traten de ser lo más específicos posible y de incluir todos los aprendizajes que pueden estar relacionados con los conceptos de química, con la búsqueda de información, con el trabajo en equipo, entre muchos otros aspectos importantes para el proyecto.



**Figura 2.74** Un periódico tiene algunas partes fundamentales: logotipo, lema, fecha, titular, columnas, fotografías y el pie de foto (una pequeña frase que explica verbalmente lo que aparece en la imagen).

## Evaluación

### Tipo PISA

#### Metales pesados



Una vez emitidos, los metales pesados pueden permanecer en el ambiente durante cientos de años, contaminando el suelo y acumulándose en las plantas y los tejidos orgánicos.

Los metales son imprescindibles para muchas actividades de nuestra vida: desde la fabricación de objetos cotidianos como cucharas o llaves, la construcción de casas y edificios, la fabricación de automóviles hasta la producción de barrenas de perforación del suelo para la extracción, ya sea de petróleo, agua u otros minerales. Sin embargo, no todo sobre los metales es beneficioso, pues hay una serie de metales pesados tales como el mercurio (Hg), el plomo (Pb), el cadmio (Cd), el cobre (Cu), el cinc (Zn) y el cromo (Cr), entre otros, cuya emisión origina serios problemas ambientales.

La emisión de metales pesados al ambiente se presenta tanto por causas naturales (la erupción de volcanes, por ejemplo) como por las actividades humanas. Sin embargo, la principal causa de emisión son las actividades de los propios humanos, especialmente por medio de las operaciones de la minería. En algunos casos, aun mucho después de que las actividades mineras han cesado, la emisión de metales continúa: hay evidencias de que en las minas de roca dura que operaron entre 5 a 15 años hasta agotar el mineral, la contaminación metalífera, que ocurrió como consecuencia de esa explotación minera, persistirá por cientos de años después de que las operaciones mineras terminaron.

La peligrosidad de los metales pesados reside en que no se degradan (ni química, ni biológicamente), lo que provoca toxicidad de muy diversa índole. Por ejemplo, en el ser humano se han detectado efectos físicos como dolores crónicos, problemas sanguíneos, etc., y efectos psíquicos como ansiedad y pasividad, entre otros. Para evitar riesgos por contaminación, existen valores máximos de concentración admisible en diferentes medios, por ejemplo en agua, estos valores son:

Metal	Concentración máxima admisible (CMA) mg/L
Arsénico	0.05
Cadmio	0.005
Mercurio	0.001
Plomo	0.05
Bario	0.03
Cromo	0.05
Cobalto	1
Estroncio	2
Vanadio	0.1

1. En el texto se dice que puede haber contaminación ambiental por plomo, cinc o mercurio, ¿de qué depende que se consideren como peligrosos para un organismo y para el ambiente?
2. ¿Cómo se podría determinar la contaminación por metales pesados en tu comunidad?
3. En un poblado en el que hay una empresa minera en la que se extrae plata se sospecha que hay problemas de contaminación porque la población está sufriendo algunas enfermedades. Se tomó una muestra de agua en un remanso del río y se determinó que la concentración de vanadio en esa muestra de agua es de 0.0001 mg/L.
  - a) ¿Se rebasan, en este caso, los límites permisibles de la concentración del vanadio?
  - b) ¿Es suficiente ese dato para asegurar que los problemas de salud no están relacionados con la actividad minera? Argumenta tu respuesta.
  - c) ¿Qué otras mediciones tendrías que hacer para concluir si hay o no problemas de contaminación por vanadio en esa zona?
  - d) ¿Podrías asegurar que el vanadio que se encontró en el agua proviene de la extracción de plata? ¿Por qué?
4. Con base en la tabla que se presenta, identifica cuáles son los tres metales más tóxicos y cuáles los tres metales menos tóxicos.
5. ¿Cuáles de las siguientes afirmaciones provienen de una investigación científica relacionada con la extracción de plata?
  - a) La cantidad de vanadio que se encuentra en el suelo supera los límites permisibles.
  - b) Detener la industria minera en la región llevará a una inevitable parálisis económica.
  - c) Los problemas de contaminación por metales pesados son una cuestión meramente política.

# 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>	<p><b>Identificación de cambios químicos y el lenguaje de la química</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>Manifestaciones y representación de reacciones químicas (ecuación química).</li></ul>
<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>	<p><b>¿Qué me conviene comer?</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>La caloría como unidad de medida de la energía.</li><li>Toma de decisiones relacionada con:<ul style="list-style-type: none"><li>Los alimentos y su aporte calórico.</li></ul></li></ul>
<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>	<p><b>Tercera revolución de la química</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>Tras la pista de la estructura de los materiales: aportaciones de Lewis y Pauling.</li><li>Uso de la tabla de electronegatividad.</li></ul>
<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>	<p><b>Comparación y representación de escalas de medida</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>Escalas y representación.</li><li>Unidad de medida: mol.</li></ul>
<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>	<p><b>Proyectos: ahora tú explora, experimenta y actúa (preguntas opcionales)* Integración y aplicación</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>¿Cómo elaborar jabones?</li><li>¿De dónde obtiene la energía el cuerpo humano?</li></ul>

### 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.

Cuando comemos los alimentos y cuando los cocinamos ocurren transformaciones radicales: la masa, hecha principalmente de harina y agua, se transforma, al dejarla reposar y hornearla, en un delicioso pan. Cuando nos comemos ese pan, nuestro cuerpo lo transforma en nutrientes que nos ayudan a mantenernos saludables y a tener energía para hacer todas aquellas actividades que nos gustan. Todas estas transformaciones son reacciones químicas: interacción de materiales en ciertas condiciones que permiten obtener materiales con propiedades diferentes. En este bloque estudiarás cómo se puede reconocer una reacción química, cómo se puede representar utilizando diferentes modelos y cómo puedes aplicar este conocimiento para tomar decisiones adecuadas respecto a tu alimentación.

- ¿De dónde obtiene energía mi cuerpo para realizar las actividades cotidianas?
- ¿Por qué algunos alimentos cambian de color cuando los cocinamos?
- ¿Qué condiciones se necesitan para que se lleve a cabo una reacción química?



su experiencia de cátedra o bien que supervise personalmente a los estudiantes.

1. Con la jeringa, midan 3 mL de alcohol y vacíenlo en el segundo molde de pay.

2. Enciendan el alcohol con un cerillo. Observen y describan lo que ocurre.

#### Análisis de resultados y conclusiones

1. Completen en su cuaderno un cuadro como el siguiente.

Material inicial	Descripción de propiedades antes del calentamiento	¿Qué ocurre durante el calentamiento?	Descripción de propiedades después del calentamiento	¿Qué cambios tuvieron las sustancias en el proceso?
Cera (parafina)				
Alcohol				

Como acabas de observar, algunos cambios de las sustancias sólo son de estado y no se afecta su composición ni sus propiedades; por ejemplo, al calentarse la cera de la vela cambia de estado sólido a líquido y si se enfría vuelve a ser sólida, pero durante esos cambios no deja de ser la misma cera, esto es, conserva las mismas propiedades. Sin embargo, las sustancias pueden sufrir otro tipo de cambios que hacen que cambien sus propiedades iniciales, pues se transforman en otras sustancias. En el caso del alcohol, cuando reacciona con el oxígeno del aire deja de ser alcohol y se transforma en otras sustancias: un gas llamado *dióxido de carbono*, agua en forma de vapor, luz y calor... Probablemente, lo único que viste fue la luz (y tal vez sentiste el calor), debido a que los otros dos productos del cambio son gases que de manera rápida se mezclan con el aire y por eso no se ven a simple vista; sin embargo, que no los veamos no significa que no se formen (recuerda que, como se mencionó en una lección anterior, nuestros sentidos son limitados).

### ACTIVIDAD EXPERIMENTAL

#### Reconoce la formación de nuevas sustancias\*\*

**Propósito:** que el estudiante identifique el desprendimiento de gases como producto de una reacción química.

**Materiales y reactivos por equipo:** frasco de vidrio grande (de más de 20 cm de alto por 15 cm de ancho, aproximadamente), frasco de vidrio pequeño (de aproximadamente 15 cm de alto), tres velas delgadas de diferente tamaño (de 13, 8 y 4 cm de altura), un trozo pequeño de plastilina, cerillos, plato.

\*\* El profesor efectúa la actividad como parte de su experiencia de cátedra.

#### Procedimiento

##### Primera parte

1. Sobre el plato, fija la vela más pequeña con la plastilina.
2. Enciéndela.
3. Cubre la vela con el frasco pequeño invertido (figura 3.5).
4. Observa.



Figura 3.5

#### Análisis de resultados y conclusiones

1. ¿Qué es lo que ocurre con la vela? ¿A qué crees que se deba?
2. ¿Cuáles son los reactivos y los productos de la reacción?
3. Describe el proceso y ofrece una explicación de lo que ocurre.

#### Segunda parte

**Nota:** antes de hacer el experimento, lee con atención el procedimiento y contesta las preguntas en cada paso.

1. De manera similar al procedimiento anterior, ahora fija las tres velas (de manera escalonada) con la plastilina, enciéndelas y cúbreelas con el frasco grande (figura 3.6).

- ¿Qué crees que suceda al cubrir las tres velas encendidas dentro del frasco? Contesta en tu cuaderno a manera de predicción.

2. Ahora sí, haz el experimento.

3. Observa detenidamente lo que ocurre y descríbelo en tu cuaderno.

#### Análisis de resultados y conclusiones

1. Después de hacer una descripción detallada de lo que observaste en este segundo experimento, intenta explicarlo. Piensa en las reacciones químicas que ocurren, en los gases que se producen en la reacción. Puede ser que no sepas con exactitud lo que sucede en el experimento, pero seguramente encontrarás una explicación adecuada y al compartirla con los compañeros de tu equipo y con el profesor podrás mejorarla. De lo que se trata es de que uses tu conocimiento y tu imaginación.



Figura 3.6

En el experimento que acabas de hacer se aprecian varias características de una reacción química que probablemente notaste.

1. Los reactivos se transforman químicamente. En este proceso, la cera de la vela reacciona con el oxígeno del aire y tanto la cera como el oxígeno sufren cambios químicos; es decir, cambia su estructura y, por lo tanto, sus propiedades.
2. Las propiedades de los productos son totalmente diferentes a las de los reactivos. En esta reacción los productos son dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) y vapor de agua ( $\text{H}_2\text{O}$ ). El  $\text{CO}_2$  que se forma es más ligero que el aire, por lo que se acumula en la parte superior del frasco y apaga la primera vela. Conforme se junta más gas, el oxígeno ( $\text{O}_2$ ) se acaba y es sustituido por  $\text{CO}_2$ , que también apaga las velas más pequeñas. Por otra parte, el vapor de agua que se desprende de la reacción forma gotitas en el interior del frasco. Así, las sustancias que resultan de la reacción son totalmente diferentes a las que estaban al inicio en el interior del frasco.
3. En las reacciones químicas se genera energía en forma de luz o calor. En el experimento anterior pudiste ver y sentir los cambios de energía en los alrededores del sistema en donde se llevó a cabo la reacción. Es importante aclarar que hay reacciones que en vez de liberar energía, la absorben; en estos casos lo que se puede apreciar es un descenso de la temperatura (figura 3.7 y 3.8).



Figura 3.7 Un ejemplo de cambio químico en el que hay un descenso de la temperatura, debido a que se absorbe calor, es el que se da entre los reactivos hidróxido de bario octahidratado y cloruro de amonio. A este tipo de cambios se les llama *endotérmicos*.



Figura 3.8 Un cambio químico en el que se libera energía en forma de calor se denomina *exotérmico*. Un ejemplo es cuando reacciona sodio metálico con agua.



## Las ecuaciones químicas

Con anterioridad se mencionó que los químicos han generado un lenguaje particular para entender los aspectos más importantes de su ciencia. Además de los símbolos de los elementos, hay otra representación que aprender y entender: la relacionada con la escritura de reacciones o cambios químicos. La escritura de las ecuaciones químicas requiere conocer las fórmulas químicas de los compuestos y los símbolos de los elementos; es decir, la nomenclatura química que estudiamos en el bloque 2.

En una reacción química, a las sustancias que entran en contacto y producen un cambio químico se les denomina reactivos, mientras que a las sustancias que se forman y a la energía liberada se les conoce como productos.

El cambio químico es el principal objeto de estudio de la química, por lo que es necesario para los químicos tener un lenguaje en común para representarlo y, de esa manera, entenderse y comunicarse independientemente del idioma que hablen. Con este fin, se estableció lo que se conoce como ecuación química. Una manera muy sencilla de representar una ecuación química es la siguiente:

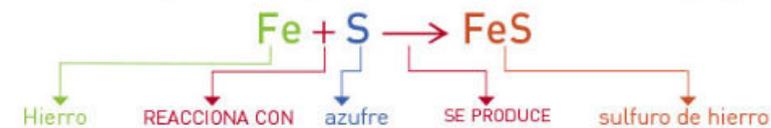
### REACTIVOS $\rightarrow$ PRODUCTOS

Sin embargo, como casi siempre se tienen dos o más reactivos, y dos o más productos, lo mejor es escribir la ecuación química como una suma de éstos y aquéllos; es decir:

### REACTIVO 1 + REACTIVO 2 +... $\rightarrow$ PRODUCTO 1 + PRODUCTO 2 +...

En la ecuación química se suman tantos reactivos como haya y se ponen tantos productos como se formen. La manera de leer esta ecuación sería: el reactivo 1 reacciona con el reactivo dos, por lo que se produce (o se forma) el producto 1 y el producto 2. Como verás, la dirección de la flecha separa los reactivos y señala los productos de la reacción.

Para que quede más claro, veamos el ejemplo de la reacción para formar sulfuro de hierro a partir de hierro y azufre. La reacción es  $\text{Fe} + \text{S} \rightarrow \text{FeS}$ , y a continuación se presenta el significado de cada uno de los símbolos y signos:



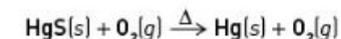
Es decir, el signo +, en los reactivos significa "reacciona con" y la flecha  $\rightarrow$ , "se produce" o "se forma". Si hay más de un producto, también se usa el signo + para señalar cada uno de los productos formados.

En la siguiente ecuación química se representa la reacción entre carbono (C) y oxígeno (O<sub>2</sub>), que producen dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). ¿Qué podemos identificar en la ecuación?, veamos:



En este caso se libera energía en la reacción y por ello la energía se escribe como producto.

Hay algunos casos en los que en vez de que se produzca energía en la reacción, hay que proporcionar energía para que la reacción se lleve a cabo. Cuando esto es necesario, la energía proporcionada en forma de calor también se escribe en la ecuación química y se representa con el símbolo  $\Delta$ , que es la letra griega *delta* mayúscula. Con un ejemplo de este tipo de ecuaciones químicas se puede representar la reacción para obtener mercurio a partir de cinabrio (figura 3.13),



En el ejemplo anterior, entre paréntesis agregamos a la ecuación unos símbolos nuevos al lado de cada sustancia: s y g, que representan los estados de agregación en los que se encuentran las sustancias al momento de que reaccionan. Su significado es el siguiente: (s) = sólido, (g) = gas, (l) = líquido y cuando la sustancia está en disolución se escribe (ac) = acuoso. Un ejemplo es la escritura de la ecuación de la reacción de magnesio con ácido sulfúrico para formar sulfato de magnesio (figura 3.14).

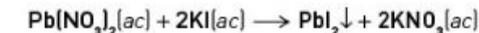


Figura 3.13 En México, hay yacimientos de cinabrio en la Sierra Gorda de Querétaro. Evidencias muestran que era usado por los prehispánicos como pigmento mineral rojo.

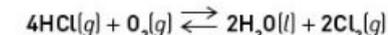
Figura 3.14 El sulfato de magnesio es usado como fertilizante para aportar magnesio al suelo. Se usa particularmente en cultivos de papa, jitomate y rosas, que se encuentran en pequeños huertos o macetas.



Otra simbología importante en la escritura de ecuaciones químicas es la que se usa cuando en la reacción química se forma un precipitado o se desprende un gas. Para indicar estos fenómenos se indica el estado de agregación y también se usan flechas verticales:  $\downarrow$  para el precipitado y  $\uparrow$  para el desprendimiento de gas. Un par de ejemplos de este tipo de ecuaciones son la formación del precipitado de yoduro de plomo a partir de nitrato de plomo y yoduro de potasio (figura 3.15), y la reacción de carbonato de calcio y ácido clorhídrico (figura 3.16). Las ecuaciones son:



Otro aspecto que debes conocer para interpretar una ecuación química es la "doble flecha" de reacción:  $\rightleftharpoons$ , que se aplica para las reacciones "reversibles"; es decir, que una vez que se forman los productos, éstos vuelven a reaccionar entre sí para volver a formar los reactivos iniciales. Por ejemplo:



En esta reacción, lo que se indica con la doble flecha es que el cloruro de hidrógeno reacciona con el oxígeno para formar agua y cloro, pero una vez que se forma una cierta cantidad de estos productos, éstos vuelven a reaccionar entre sí (con lo que se convierten en reactivos) para formar cloruro de hidrógeno y oxígeno otra vez. En otro ejemplo de reacción reversible se forma el amoniaco:

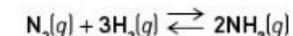


Figura 3.15 El yoduro de potasio se usa como tratamiento médico para la actividad excesiva de la tiroides, una glándula que regula el metabolismo del cuerpo y produce proteínas.

Figura 3.16 El cloruro de calcio es una sustancia usada como suplemento cuando hay deficiencia de calcio en el organismo. También se usa en la industria alimentaria, en la elaboración de queso y otros procesos culinarios.



Figura 3.17 Las bacterias fijadoras del N<sub>2</sub> atmosférico en las plantas se conocen como *diazótrofos*.

#### PARA SABER MÁS

##### La importancia del amoniaco

Una de las reacciones químicas sintéticas que ha sido considerada entre las más importantes en la historia de la química es la de formación de amoniaco a partir de nitrógeno e hidrógeno moleculares.

La importancia de esta reacción radica en que el nitrógeno es uno de los principales elementos para el crecimiento de las plantas; sin embargo, el N<sub>2</sub> de la atmósfera es prácticamente inerte y las plantas no pueden obtenerlo de manera directa del aire (aun cuando el nitrógeno representa casi 78% de su composición), por ello lo obtienen por medio de unas bacterias que crecen en las raíces (figura 3.17).

El problema de este proceso natural es su lentitud y cuando se tiene que abastecer a una población de poco más de 7 000 millones de habitantes, se requiere que las plantas en los campos de cultivo crezcan en poco tiempo. Parte de la solución a este inconveniente la dio el químico alemán Fritz Haber (1868-1934) cuando en 1913 propuso un proceso químico (Proceso Haber) con el que se hace reaccionar el nitrógeno atmosférico con el hidrógeno para obtener amoniaco. El éxito de este proceso radica en que el amoniaco se aplica directamente a los suelos o se convierte en sales de amonio, por ejemplo sulfato de amonio [(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>] o fosfato ácido de amonio [(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>], que se utilizan como fertilizantes para los cultivos.

Aunque el uso de fertilizantes sintéticos revolucionó favorablemente el volumen de producción agrícola, lo cierto es que también trajo consecuencias nocivas para el medio ambiente: el excesivo uso de fertilizantes ocasiona que las plantas no los absorban por completo y se filtren hacia los mantos freáticos; con ello se contaminan ríos, lagos y mares, y por consiguiente, la flora y la fauna que habita en éstos también es afectada. Por otro lado, los nitratos presentes en los fertilizantes, pueden convertirse en óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), uno de los gases que contribuye al efecto invernadero y con ello al calentamiento global. Estos ejemplos son útiles para entender que cualquier sustancia química, natural o sintética, por más buena y útil que parezca, siempre debe ser usada racionalmente para evitar, lo más posible, cualquier consecuencia perjudicial tanto personal como al medio ambiente en general.

#### ACTIVIDAD

##### La escritura de ecuaciones químicas

**Propósito:** que el estudiante represente cambios químicos mediante ecuaciones químicas.

A continuación te presentamos algunos cambios químicos.

Ejercicio 1	Reactivos	calcio (Ca) cloro (Cl <sub>2</sub> )
	Productos	cloruro de calcio (CaCl <sub>2</sub> )
Ejercicio 2	Reactivos	óxido de calcio (CaO) agua (H <sub>2</sub> O)
	Productos	hidróxido de calcio [Ca(OH) <sub>2</sub> ]

1. **Averigua los estados de agregación de cada sustancia y en tu cuaderno representa las reacciones con ecuaciones químicas.**

2. **Investiga el uso que se les da a los productos.**

Ejercicio 3	Reactivos	hidróxido de sodio (NaOH) ácido clorhídrico (HCl)
	Productos	cloruro de sodio (NaCl) agua (H <sub>2</sub> O)

#### Balances de ecuaciones químicas

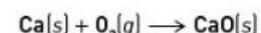
Una vez que has aprendido a identificar reactivos y productos, y a escribirlos en una ecuación química, lo siguiente que hay que considerar es que en una reacción química la masa se conserva.

De acuerdo con lo que estudiamos en la lección 5 del primer bloque, gracias a los trabajos de Lavoisier, pudimos saber que en una reacción química la masa de los reactivos es igual a la masa de los productos; en otras palabras, el número de átomos de los reactivos es exactamente el mismo que en los productos, pues el único cambio radica en la manera como se acomodan. En seguida se presenta un ejemplo que ya utilizamos, pero en esta ocasión analizaremos sólo las sustancias que intervienen:



Observa la ecuación. Del lado de los reactivos tenemos un átomo de carbono y dos de oxígeno (recuerda que el subíndice indica el número de átomos de ese elemento). Del lado de los productos, debemos tener lo mismo para que se cumpla la Ley de la conservación de la masa, de modo que si observas la fórmula del dióxido de carbono, tenemos que hay un átomo de carbono y dos de oxígeno. En otras palabras, en esta ecuación se confirma la Ley de la conservación de la masa, pues se tiene el mismo número de átomos (carbono y oxígeno) en los reactivos que en los productos, independientemente de que en el producto estén arreglados de diferente manera para formar una sustancia nueva (figura 3.18).

Ahora, observa la siguiente ecuación química, en la que se representa la reacción de calcio con oxígeno para formar óxido de calcio:



En esta ecuación, ¿se cumple la Ley de conservación de la masa? Veamos:

Número de átomos de cada elemento	
Reactivos	Productos
Ca: 1	Ca: 1
O: 2	O: 1

De la manera en que está escrita la ecuación, significaría que hay un átomo de oxígeno "perdido", lo cual es imposible. Lo incorrecto es la manera en que se ha escrito la ecuación. Es necesario hacer algunos ajustes a la ecuación para que en ella se cumpla la Ley de la conservación de la masa.

Dado que en los productos nos falta un átomo de oxígeno y no podemos alterar la fórmula del óxido de calcio (ya se ha explicado que alterar la proporción de los elementos en una fórmula implica que se produzca un compuesto diferente), entonces lo que podemos hacer es aumentar el número de especies que intervienen en la reacción. Esto se consigue agregando un coeficiente que "multiplique" a cada especie del lado en que nos hace falta; es decir, en el producto:

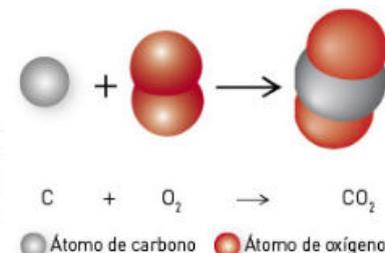


Figura 3.18 En la reacción de formación del dióxido de carbono, los átomos de las sustancias en los reactivos, se reacomodan para formar nuevas sustancias como productos.

Hemos puesto el coeficiente 2 porque nos hacía falta un átomo de oxígeno. Si volvemos a hacer la revisión tenemos:

Número de átomos de cada elemento	
Reactivos	Productos
Ca: 1	Ca: 2
O: 2	O: 2

Si observas, ese número 2, multiplica a cada átomo de la fórmula del  $\text{CaO}$ , por eso tenemos dos de Ca y dos de O. Pero, aun con este cambio, ¿sigue sin cumplirse la ley! ¿Qué falta ahora? ¿Cómo lo resolvemos? Bueno, lo que tenemos es que esta vez nos falta un átomo de calcio del lado de los reactivos, y podemos hacer lo mismo que ya hicimos: multiplicarlo por 2, es decir:



Y volvemos a verificar:

Número de átomos de cada elemento	
Reactivos	Productos
Ca: 2	Ca: 2
O: 2	O: 2

Esta vez, hay el mismo número de átomos en cada lado de la ecuación y, por lo tanto, ¡se cumple la ley! Con esto que hemos hecho, hemos balanceado la ecuación química para que en la escritura de la ecuación se cumpla la Ley de la conservación de la masa.

## ACTIVIDAD

### Balanceo de ecuaciones

**Propósito:** que el estudiante verifique la correcta expresión de ecuaciones químicas sencillas con base en la Ley de la conservación de la masa.

1. A continuación te presentamos algunas ecuaciones químicas. Verifica que se cumpla la Ley de la conservación de la masa y si no es así, balancéalas para que se cumpla. Resuelve en tu cuaderno.

- $\text{KClO}_3 \longrightarrow 2\text{KCl} + 3\text{O}_2$
- $2\text{NaOH} + \text{HCl} \longrightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$
- $\text{Al} + \text{N}_2 \longrightarrow \text{AlN}$
- $\text{BaCl}_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{NaCl} + \text{BaSO}_4$
- $\text{NaOH} + \text{HNO}_3 \longrightarrow \text{NaNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$  (figura 3.19).



Figura 3.19 La reacción del  $\text{NaOH}$  con el  $\text{HNO}_3$  es comúnmente usada en el laboratorio para producir nitrato de sodio ( $\text{NaNO}_3$ ), también conocido como *sal de Chile*. De manera natural se encuentra mezclado con nitrato de potasio y a la mezcla se le conoce como *salitre*.

## POST TECNOLÓGICO

Para ejercitar tus conocimientos sobre el balanceo de ecuaciones, te sugerimos que hagas los ejercicios que se proponen en los siguientes enlaces:

<<http://www.redir.mx/SQAR159a>>

<<http://www.redir.mx/SQAR159b>>

## CIERRE

Las reacciones químicas están presentes en prácticamente todos los procesos de la vida tanto naturales como los creados por los seres humanos. Por ello, estudiar por qué las sustancias reaccionan, cómo lo hacen y qué producen es una labor muy importante no sólo para entender la razón por que suceden estos cambios, sino también para controlarlos y usarlos a favor de la sociedad. El estudio de las reacciones químicas es complejo, sin embargo, hay que empezar –como tú lo has hecho en esta lección– por identificar las manifestaciones del cambio químico (formación de precipitado, efervescencia, cambio de color, etcétera), aprender a representarlas en el lenguaje de los químicos (la ecuación química) y entender que estos cambios están sujetos a leyes (entre otras, la Ley de la conservación de la masa).

## ¿CÓMO AVANCÉ EN MIS CONOCIMIENTOS?

1. Regresa a la actividad de inicio (página 148) y contesta nuevamente las preguntas, ¿hubo algún cambio? ¿qué diferencias encuentras en tus respuestas?
2. En un experimento, en el que se hacen reaccionar la cáscara de un huevo ( $\text{CaCO}_3$ ) con ácido clorhídrico ( $\text{HCl}$ ), se forman las siguientes sustancias: cloruro de calcio ( $\text{CaCl}_2$ ), dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) y agua ( $\text{H}_2\text{O}$ ). Con esta información, escribe la ecuación química con la representación de partículas (cuida con especial atención el reacomodo de los átomos). Identifica productos y reactivos.
3. En la clase de química, le pidieron a un estudiante que verificara si se cumplía la Ley de conservación de la masa en la siguiente ecuación:



Si no se cumplía, debía hacer los cambios necesarios. La respuesta del estudiante fue la siguiente:



Verifica si su respuesta es correcta y en caso contrario balancea la ecuación adecuadamente.

4. El papá de Juan es químico y un domingo, al hacer una carne asada en el patio de su casa, le comentó a sus hijos que en el proceso de preparar esa deliciosa comida se pueden observar manifestaciones de cambios químicos sencillos. Todos se asombraron, pero no se quedaron con la duda, así que pidieron a su padre que les explicara el tema ampliamente.

• ¿Cuáles consideras que fueron las respuestas del papá de Juan?

Al momento de degustar la carne, Laura, que ya estaba en la prepa, comentó que la efervescencia también estaba presente en esa tarde espléndida.

• ¿A qué se refería Laura? ¿Dónde se manifestaba el fenómeno al que se refería?









**Figura 3.33** La diabetes es un trastorno del metabolismo que afecta a un número cada vez más grande de personas en el mundo. En México es la primera causa de defunciones y más de 10% de la población la padece.

### Necesidades de energía diversas

Toda esta energía que calculaste proviene de los alimentos, cuya transformación mediante reacciones químicas nos permite tener energía para la actividad física, mantener la temperatura corporal y las funciones vitales.

A este conjunto de reacciones químicas que se llevan a cabo en las células de nuestro organismo para procesar los alimentos se le conoce como *metabolismo*. En términos generales, el metabolismo se relaciona con la eficiencia de nuestro organismo para procesar los alimentos (figura 3.33). Además, el metabolismo de una persona está relacionado con la actividad física que lleva a cabo, con la cantidad de músculo y grasa que tiene el cuerpo y con el metabolismo basal (que es la velocidad a la que "se queman" las calorías cuando una persona se encuentra en reposo). Una persona con un metabolismo basal lento tenderá a quemar menos calorías que una persona con un metabolismo basal rápido que tenga la misma talla y que haga la misma cantidad de actividad física.



**Figura 3.34** Los deportistas de alto rendimiento requieren un mayor consumo de alimentos para obtener las calorías necesarias en sus actividades.



**Figura 3.35** El trabajo en el campo consume en promedio 400 kcal por hora, por lo que los campesinos deben comer frecuentemente para "reponer" las calorías que consumen al trabajar.

La cantidad de calorías que cada uno de nosotros consume debe estar en relación de las actividades que llevamos a cabo (figuras 3.34 y 3.35). Si tú eres parte de un equipo de fútbol seguramente necesitas consumir más calorías que si tu única actividad en la tarde fuera ver la televisión. Es necesario entonces saber cuántas calorías hay en los alimentos que consumes regularmente y que lo compares con la cantidad de calorías que necesitas consumir para cumplir tus actividades cotidianas.

Aunque podría pensarse que cuando hace mucho frío se requieren más calorías para mantener la temperatura

corporal, en realidad esto solamente ocurre cuando el cuerpo tiembla, lo que no sucede durante largos periodos. En general, la cantidad de calorías que se utilizan no depende de la temperatura ambiental (figura 3.36).

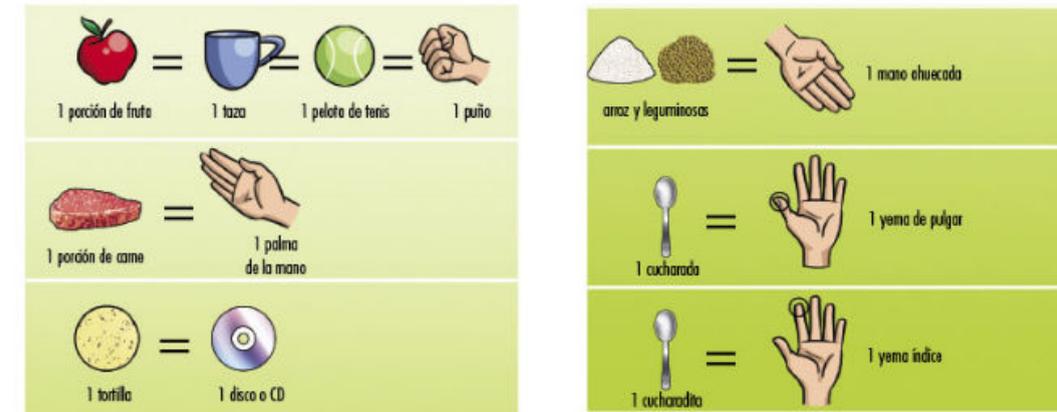
#### ¿Cuántas calorías hay en los alimentos que consumo?

Para poder saber si nuestro consumo de calorías está balanceado con las calorías que gastamos es importante saber cuántas calorías hay en los alimentos que consumimos. Pudiste darte cuenta de que, cuando calculaste la cantidad de calorías de una bolsa de comida con bajo valor nutricional, ésta contiene muchas más calorías de las que imaginamos, y lo mismo puede suceder con cualquier alimento. Es importante que nos acostumbremos a pensar en lo que comemos y aunque esto parezca difícil y aburrido al principio, pronto nos acostumbramos. Tendremos con ello una herramienta muy útil para mantenernos saludables y para ayudar a nuestra familia a cuidar su salud.

Para conocer las calorías que consumimos aproximadamente en un día, lo más fácil ha sido agruparlas según el tipo de alimentos (verduras, frutas,

cereales) y calcular las calorías contenidas en una ración de cada uno de los alimentos (figura 3.37). La Secretaría de Salud publicó la *Guía de alimentos para la población mexicana*, que ayuda a identificar los distintos grupos de alimentos y la cantidad de energía que contienen aproximadamente. En el cuadro 3.1 puedes ver las calorías contenidas en una porción de los distintos grupos de alimentos.

**Figura 3.37** Porciones de alimentos y sus equivalencias.



**Cuadro 3.1** Contenido energético de distintos tipos de alimentos según la *Guía de alimentos para la población mexicana*

Alimentos	1 porción contiene	1 porción equivale a	Contenido energético
verduras (grupo 1)	6 g de carbohidratos	2 tazas de apio crudo, ½ taza de espinaca cocida, 2 nopales, 1 calabacita, 1 jitomate, ¼ taza de jugo de zanahoria	25 kcal
frutas	15 g de carbohidratos	3 ciruelas, 3 guayabas, ½ mango, 12 fresas, 1 mandarina, 1 taza de papaya picada	60 kcal
cereales	15 g de carbohidratos	1 tortilla, 1 rebanada de pan, 6 galletas de animalitos	70 kcal
alimentos de origen animal	3 g de grasa 15 g de proteínas	50 g de barbacoa maciza, 40 g de bistec de ternera, 40 g de queso panela, 60 g de pescado, 25 g de queso manchego, 35 g de maciza de cerdo	55 kcal
leguminosas	20 g de carbohidratos 1 g de grasa 8 g de proteínas	½ taza de frijoles canarios o negros ½ taza de habas o lentejas	120 kcal
lácteos	12 g de carbohidratos 8 g de grasa 9 g de proteínas	1 taza de leche entera 1 taza de yogur 4 cucharadas de leche en polvo	150 kcal
grasas vegetales	3 g de carbohidratos 5 g de grasa 3 g de proteína	14 cacahuates, 1/3 de aguacate, 10 almendras, 6 aceitunas, 1 cucharadita de mayonesa	70 kcal
grasas poliinsaturadas	5 g de grasa	1 cucharadita de aceite de maíz, soya, canola, etcétera	45 kcal
azúcares	10 g de carbohidratos	2 ½ cucharaditas de azúcar, 4 gomitas, 2 cucharaditas de mermelada de frutas, 2 cucharadas de catsup	40 kcal

Para calcular la cantidad de calorías que consumimos, tenemos que analizar nuestra comida e identificar qué tipo de alimentos contiene. Vamos a presentarte un ejemplo con una torta de jamón y queso para que después tú hagas tus propios cálculos con lo que consumes.

En una torta de jamón hay diferentes tipos de alimentos entre los cuales reconocemos: dos raciones de carbohidratos (pan), dos raciones de alimentos de origen animal (jamón y queso), una ración de grasas (mayonesa), una ración de grasa vegetal (aguacate), dos raciones de verduras (jitomate, cebolla, lechuga). Claro que depende del tamaño de la torta y de la cantidad de cada ingrediente que nosotros le agreguemos.

**Ejemplo: análisis de la torta de jamón**

Contenido	Raciones	Kcal
cereales	2	70 kcal × 2 = 140 kcal
verduras	2	25 kcal × 2 = 50 kcal
alimentos de origen animal	2	55 kcal × 2 = 110 kcal
grasas	2	70 kcal × 2 = 140 kcal
Total		440 kcal

En la siguiente actividad, calcula la cantidad de energía que consumes diariamente y compárala con los resultados de la actividad anterior, en la que calculaste cuántas calorías utilizas diariamente para llevar a cabo tus actividades. Esto te ayudará a identificar si consumes los alimentos adecuados para cubrir tus necesidades energéticas.

**ACTIVIDAD**

**Las calorías que consumo**

**Propósito:** que los estudiantes registren los alimentos que consumen y hagan un cálculo de la cantidad de calorías que hay en esos alimentos.

Para saber cuántas calorías consumes en promedio cada día, durante tres días registra en un diario lo que

comes en ese tiempo y utiliza el cuadro del anexo para calcular las calorías que hay en esos alimentos.

1. **Analiza los alimentos que consumes durante tres días (sigue el ejemplo para la torta de jamón). Identifica los grupos de alimentos como cereales, alimentos de origen animal, frutas, verduras y halla la cantidad de calorías que consumes.**

**Número de raciones de cada grupo de alimentos**

	Verduras	Frutas	Cereales	Alimentos de origen animal	Leguminosas	Grasas	Azúcares	Calorías
desayuno								
lunch								
comida								
a media tarde								
cena								
<b>Total</b>								

**Análisis de resultados y conclusiones**

1. ¿Cuál es tu consumo promedio de calorías por día? Suma las calorías de cada uno de los días y divídelo entre el número total de días.
2. ¿Cómo se relaciona este consumo de calorías con el gasto energético que tienes?
3. ¿Piensas que se encuentra en balance el consumo con el gasto de calorías?
4. Compara tu alimentación con las recomendaciones del Plato del Bien Comer y haz una evaluación general, ¿es adecuada tu alimentación?, ¿hay algún grupo de alimentos que no consumes suficientemente?, ¿hay algún grupo de alimentos que consumes en exceso?
5. ¿Crees que podrías hacer algunos cambios en tu dieta para tener una alimentación más adecuada a tus necesidades? ¿Cuáles?

**PARA SABER MÁS**

**La dieta correcta**

Muchas veces cuando escuchamos la palabra *dieta* pensamos en alguien que está restringiendo la cantidad de alimentos o comiendo alimentos de un solo tipo; seguramente has escuchado hablar de "la dieta de la luna", o "la dieta de las aceitunas". Sin embargo, la palabra *dieta* proviene del griego *diáita*, que significa "forma de vida". La dieta es afectada por factores sociales (las costumbres en la familia, en la comunidad, en el país), ambientales (la disponibilidad de los alimentos) y psicológicos (figura 3.38).

Aunque la dieta difiere en cada persona, debe presentar ciertas características para que la alimentación sea adecuada. A la dieta que tiene estas características se le llama *dieta correcta* y debe ser:

- Completa, incluye por lo menos un alimento de cada grupo en cada tiempo de comida.
- Equilibrada, los alimentos contienen las proporciones nutritivas recomendadas para crecer, desarrollarse y mantenerse sano.
- Higiénica, los alimentos están preparados con la limpieza necesaria para no transmitir enfermedades.
- Suficiente, se consume en cada comida la cantidad necesaria de alimentos para cubrir las necesidades de nutrición.
- Variada, incluye alimentos de diferentes sabores, colores, olores y consistencias en cada comida, para evitar la monotonía y asegurar el consumo de los diferentes nutrimentos que requiere el organismo.
- Adecuada, que esté de acuerdo con el gusto, las costumbres, la disponibilidad y la accesibilidad de las personas.



**Figura 3.38** a) Las dietas extremas para perder peso rápidamente tienen consecuencias negativas para la salud. b) Muchas veces, los alimentos que consumimos están influenciados por la televisión y contienen aditivos que no son saludables. c) La base de la cocina mexicana, que tiene muchas variantes en el territorio, es el maíz, el frijol y el chile.

## POST TECNOLÓGICO

En Internet hay artículos relacionados con la alimentación que resultan muy útiles para que reflexiones sobre el tema:

- Agustín Lopez Munguía, "¿Por qué comes lo que comes? Reflexiones sobre la alimentación moderna", en *¿Cómo ves?*, núm. 64, marzo de 2004, disponible en <http://www.redir.mx/SQAR170a>.
- Reyna Sámano *et al.*, "¿Estás comiendo bien?", en *¿Cómo ves?*, núm. 110, enero de 2008, disponible en <http://www.redir.mx/SQAR170b>.
- Agustín Lopez Munguía, "La moda alimenticia", en *¿Cómo ves?*, núm. 8, julio de 1999, disponible en <http://www.redir.mx/SQAR170c>.

## CIERRE

Tener una alimentación adecuada no es asunto sencillo, pero el conocimiento que tenemos sobre cómo funciona el cuerpo y los nutrientes que necesita nos permite tomar mejores decisiones respecto a los alimentos que comemos y las cantidades en las que los ingerimos.

La obesidad y la desnutrición en México son problemas muy importantes de salud y eso nos obliga a ser más responsables respecto a los alimentos que consumimos y a la actividad física que efectuamos. Es importante que compartas tu conocimiento con tu familia y tu comunidad, pues tal vez tus abuelos te digan que tienes que comer carne tres veces al día o que los adolescentes deben consumir al menos un litro de leche al día y tal vez tus padres o tíos no comen vegetales. Así que te corresponde a ti pensar en las decisiones sobre lo que comes. Siguiendo los principios básicos del Plato del Bien Comer y considerando siempre que la cantidad de calorías que consumes debe ser similar a la cantidad de calorías que utilices, seguramente puedes tener una dieta correcta que te permita estar saludable y gozar de una vida plena.

## POST DE BIBLIOTECA

Esquivel Flores, G., Luna Hernández, A., *El placer de comer y estar sano*, Editorial Terracota, México [2010].

## ¿CÓMO AVANCÉ EN MIS CONOCIMIENTOS?

1. Revisa las preguntas que respondiste al inicio de la lección (página 160) y analiza las respuestas que diste. Piensa si ahora que tu conocimiento ha aumentado cambiaría alguna de ellas. Comparte este resultado con tus compañeros y analicen si todos concuerdan en las nuevas respuestas.
2. A lo largo de esta lección has aprendido sobre diferentes temas relacionados con la química y los alimentos. Es momento de hacer una síntesis de lo que has aprendido y comunicarlo a un grupo de personas a quienes piensas que les puede ser útil (pueden ser los otros compañeros de la secundaria, o tu familia, o los niños de la primaria).
  - En equipos de cuatro personas, diseñen un cartel informativo sobre alguna estrategia para mantenerse saludable; enfaticen la cantidad de calorías y la variedad de alimentos que consumen, y la energía que utilizan. Piensen estrategias que sean adecuadas para el grupo al que mostrarán su cartel y para el lugar en el que están. No es lo mismo hacer un plan de alimentación y actividad física para tus abuelos, que para tus compañeros de la escuela.
  - Exhiban el cartel informativo en algún lugar donde pueda verlo la comunidad donde viven.

## Tercera revolución de la química

### Lección 16. Tras la pista de la estructura de los materiales: aportaciones de Lewis y Pauling Uso de la tabla de electronegatividad

**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.

## INICIO

Con lo que hemos estudiado hasta ahora sabemos que los átomos de los elementos se unen para formar moléculas. Dependiendo de los átomos que participan, esta unión se explica usando el modelo del enlace iónico o del enlace covalente. Además, como ya hemos visto, dependiendo del tipo de unión entre los átomos (iónica o covalente), las sustancias tienen diferentes propiedades, por lo que identificar estos enlaces es fundamental para el estudio de la química de los materiales. En esta lección continuaremos estudiando el tema del enlace químico y conoceremos más de cerca a algunos de los científicos que lo propusieron.

## MIS SABERES PREVIOS

Observa las siguientes sustancias y sus propiedades.\*

Agua



H<sub>2</sub>O

Líquido a 25 °C  
Densidad: 1 g/cm<sup>3</sup>  
Punto de fusión: 0 °C

Fluorita



CaF<sub>2</sub>

Sólido a 25 °C. Poco duro, poco soluble en agua.  
Densidad: 3.18 g/cm<sup>3</sup>  
Punto de fusión: 1418 °C

Halita



NaCl

Sólido a 25 °C. Blando y quebradizo. Soluble en agua.  
Densidad: 2.165 g/cm<sup>3</sup>  
Punto de fusión: 801 °C

Nitrógeno

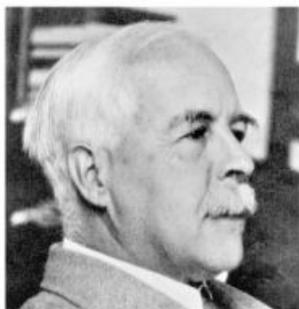


N<sub>2</sub>

Gas a 25 °C  
Densidad: 1.25 g/cm<sup>3</sup>  
Punto de fusión: -210 °C

1. Identifica el tipo de enlace que tienen (covalente o iónico) con base en la información que se te proporciona y de acuerdo con lo que has aprendido en lecciones anteriores. Justifica tu respuesta.
2. ¿Qué son las estructuras de Lewis?

\*Los valores de las propiedades están a 1 atm de presión.



**Figura 3.39** Gilbert N. Lewis, químico estadounidense. En el artículo "El átomo y la molécula", publicado en el *Journal of the American Chemical Society*, en 1916, introdujo la teoría de la compartición de un par de electrones para la formación del enlace químico. En honor a este aporte las "estructuras de punto" se llaman "estructuras de Lewis".

## DESARROLLO

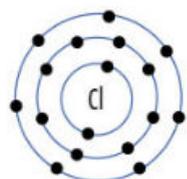
### Recordemos los enlaces: iónico y covalente

Ya habíamos visto anteriormente que los átomos de los elementos tienden a unirse entre sí para formar moléculas [ya sea con átomos del mismo elemento, como en el  $O_2$ , o con átomos distintos, como en el  $CO_2$ ] debido a que son eléctricamente inestables, es decir, les faltan electrones en el último nivel de energía. En 1916, Gilbert N. Lewis (1875-1946) (figura 3.39) y Walther Kossel (1888-1956) notaron —de manera independiente— que los gases nobles tienen ocho electrones en su último nivel de energía. Propusieron que esa característica les confiere una estabilidad electrónica que los hace poco reactivos para formar moléculas. Gracias a su teoría se elaboró una explicación de por qué se combinaban algunos elementos en determinadas proporciones y se empezó a entender que la tendencia de los átomos a adquirir estructuras electrónicas similares a los gases nobles explicaba los enlaces químicos entre los átomos.

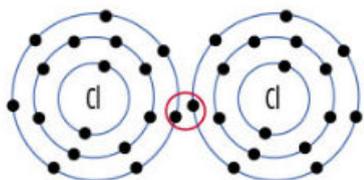
Lewis afirmó también que los átomos compartían pares de electrones (como en el enlace covalente) para alcanzar el octeto, es decir, los ocho electrones en el último nivel de energía de los gases nobles.

#### Ejemplo 1. Enlace covalente: compartir electrones para la unión del $Cl_2$

Recordemos cómo se construyen las estructuras de Lewis para la formación de una molécula; por ejemplo, en el caso del cloro ( $Cl_2$ ) tenemos que su número atómico es 17, es decir, tiene 17 electrones acomodados de manera tal que en su último nivel de energía hay 7:



Esto significa que le falta 1 electrón para alcanzar la configuración estable del gas noble más cercano (el argón,  $Z = 18$ ). De esta manera, para formar la molécula de  $Cl_2$ , los dos átomos de cloro se comparten un electrón de su última capa:

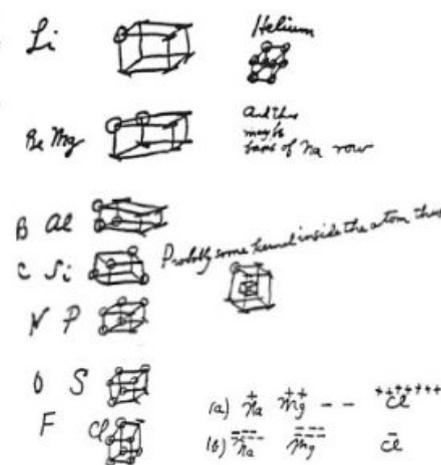
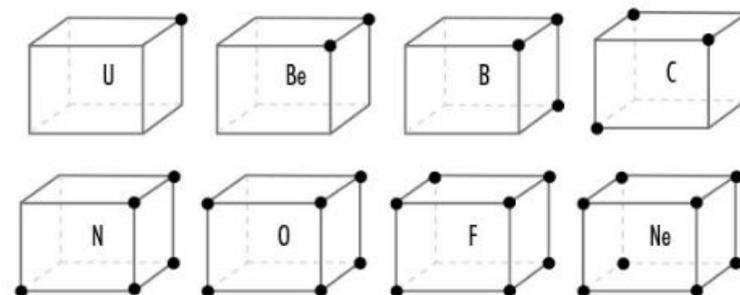


Como se puede observar, se forma un enlace covalente, en el que se comparten electrones:

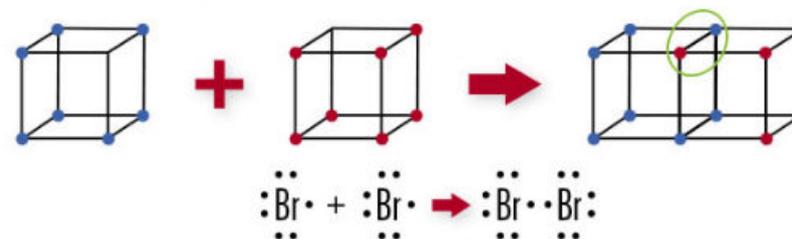


Con base en esas observaciones, Lewis supuso que los electrones permanecían estáticos, por lo que propuso que los electrones del último nivel de energía fueran acomodados en los vértices de un cubo (figura 3.40).

Si acomodamos los electrones de valencia de los elementos del segundo periodo, tenemos:



De esta manera, la configuración estable es la que presentan los ocho electrones (como en el neón, Ne), acomodados cada uno en una esquina del cubo. Con este modelo del cubo, Lewis explicó de manera gráfica que el átomo era estable cuando se tenían los ocho electrones e inestable cuando faltaba algún vértice por llenar. Para estabilizar al átomo, se debía completar el cubo con los electrones en las esquinas. Eso se podía lograr compartiendo los electrones; por ejemplo, si quisiéramos establecer la unión en un enlace covalente, por ejemplo, con el  $Br_2$ , tendríamos:



Cada átomo de bromo tiene siete electrones de valencia, por lo que se necesita un solo electrón para alcanzar el octeto. Al compartir un par de electrones, cada átomo se estabiliza y con ello se forma un enlace covalente para tener la molécula de  $Br_2$ .

#### PARA SABER MÁS

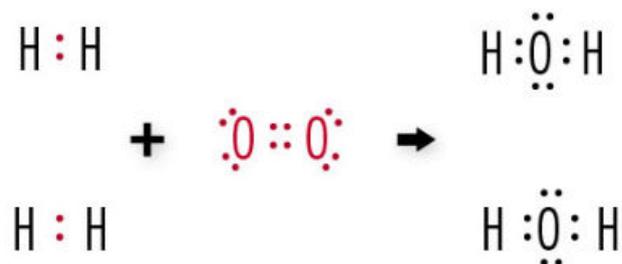
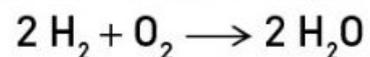
La importancia de este modelo del cubo radicó en que con él se pudo comprender y hasta predecir la existencia de nuevos compuestos, su estabilidad y reactividad. Sin embargo, aunque este modelo servía para entender la química de las sustancias, no era el más apegado a la estructura interna de los átomos: para empezar, los electrones no están fijos y, además, en el átomo hay más electrones que sólo los de valencia. Por tales razones, entre otras, a este modelo no se le consideró para representar el átomo y fue sustituido por la representación del átomo según el modelo de Bohr, en el que se acomodan los electrones en los diferentes niveles de energía como si fueran capas que cubren el núcleo. Además, el modelo de Bohr permite representar un poco mejor la idea de que los electrones están en constante movimiento.

**Figura 3.40** Boceto original de Lewis en el que se muestra la regla del octeto en cubos. A esta teoría se le conoce como teoría cúbica del átomo o modelo del átomo cúbico.

### Regla del octeto

En un enlace químico, los átomos de los elementos tienden a adquirir una configuración de ocho electrones de valencia (como los gases nobles). El hidrógeno, que sólo tiene un nivel de energía, no cumple esta regla, pues puede tener un máximo de dos electrones. Asimismo, el litio y el berilio tampoco la cumplen, pues tienden a adquirir la configuración del helio.

A continuación se representa la formación del agua a partir del hidrógeno y el oxígeno. Nota que en cada una de las moléculas, los átomos tienen octetos completos (ocho electrones en su último nivel de energía), el hidrógeno tiene solamente dos. Las representaciones de Lewis permiten visualizar y entender cómo se acomodan los átomos en una reacción química:

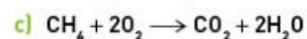
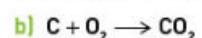


### ACTIVIDAD

Dibujar estructuras de Lewis en reacciones químicas

**Propósito:** que el estudiante represente la formación de compuestos en una reacción química sencilla, a partir de la estructura de Lewis.

En tu cuaderno, representa las siguientes reacciones químicas usando las estructuras de Lewis:



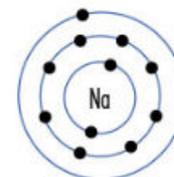
**Figura 3.41** El metano es un gas que se usa como combustible y se obtiene de la extracción de petróleo, o bien, a partir de la descomposición de la materia orgánica (plantas y animales). Cuando se obtiene por esta vía de descomposición, se le denomina *biogás* y actualmente es una de las alternativas energéticas para la disminución del consumo de combustibles derivados del petróleo.



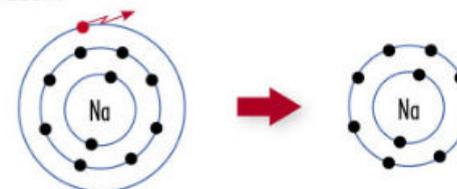
En el caso del enlace iónico también se cumple la regla del octeto, sin embargo, aquí no se comparten electrones, sino que un átomo los "pierde" y otro los "gana". Veamos el ejemplo 2.

### Ejemplo 2. Enlace iónico: formación de iones para la unión del NaCl

El átomo de sodio (Na) tiene un número atómico  $Z = 11$ , es decir, tiene once electrones que se acomodan de la siguiente manera:

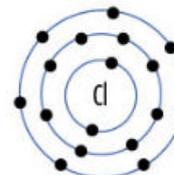


El gas noble más cercano en número atómico sería el neón,  $Z = 10$ , lo que significa que para que el átomo de sodio sea estable, se requiere que "pierda" un electrón, es decir:

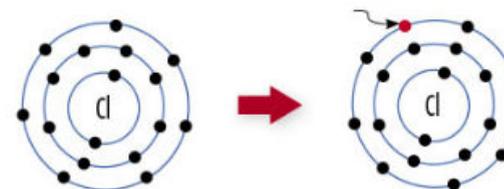


Este proceso da lugar a un átomo con ocho electrones en el último nivel de energía, es decir, un octeto completo. Sin embargo, al perder un electrón, el átomo queda cargado positivamente, como ya hemos visto, formando un ion positivo o catión:  $\text{Na}^+$ .

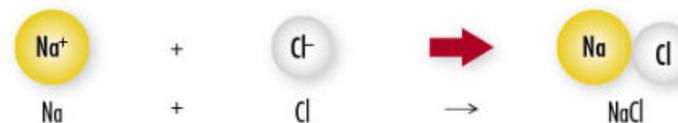
Por otro lado, si analizamos el átomo de cloro (Cl), cuyo número atómico es 17, es decir, tiene diecisiete electrones acomodados de la siguiente manera:



Para que sea estable, como ya vimos, debería tener el número de electrones del argón ( $Z = 18$ ) y ganar un electrón:



Pero igual que en el caso anterior, como el cloro tiene un electrón de más, deja de ser un átomo neutro y se convierte en un ion negativo (un anión):  $\text{Cl}^-$ . Eso significa, que la unión entre el Na y el Cl para formar NaCl, se da a partir de la formación de dos iones, es decir:



En otras palabras, se forma un enlace iónico.

### POST TECNOLÓGICO

Si quieres ver algunas animaciones sobre la formación de enlaces iónicos, consulta el siguiente vínculo: <http://www.redir.mx/SQAR175>.

Hasta aquí hemos entendido que las propiedades de las sustancias son diferentes, dependiendo del tipo de átomos que se unen y de la manera en que lo hacen. También sabemos, gracias a los estudios de Lewis, que los átomos se unen porque requieren estabilizarse electrónicamente [como los gases nobles] mediante ganar, perder o compartir electrones de valencia, y al hacerlo se forman enlaces iónicos [si hay pérdida o ganancia de electrones] o covalentes [si se comparten los electrones].

La pregunta que ahora surge es: ¿cómo sabemos en qué casos un átomo pierde o gana electrones para convertirse en un ion estable o si los comparte con otro átomo? En los ejemplos anteriores, al analizar el caso del cloro observamos que aunque es el mismo elemento, con sus mismos 17 electrones, cuando reacciona con otro átomo de cloro, comparte electrones que forman un enlace covalente y cuando está frente

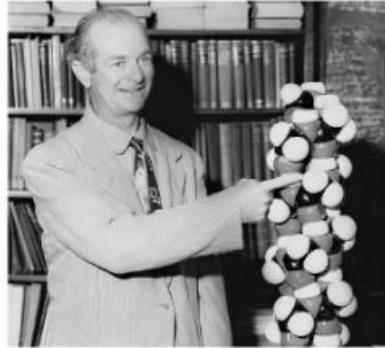


Figura 3.42 Linus Carl Pauling es la única persona que hasta la fecha ha ganado dos premios Nobel no compartidos: el Nobel de Química en 1954, por sus aportaciones al enlace químico y el Nobel de la Paz en 1962, por su campaña contra las pruebas nucleares.

al sodio, gana un electrón para formar un enlace iónico... ¿Por qué ocurre eso si se trata del mismo átomo de cloro? ¿por qué a veces comparte y a veces gana electrones?

#### La electronegatividad

Para responder esas preguntas, debemos recurrir a un extraordinario químico del siglo xx: Linus Carl Pauling (1901-1994) [figura 3.42], quien estudió la electronegatividad.

#### Electronegatividad

Se define como la capacidad de un átomo para atraer los electrones de valencia.

#### POST TECNOLÓGICO

Para conocer más sobre la biografía de Linus Pauling, te recomendamos que leas el artículo de José María Riol Cimas, "Linus Pauling, el mejor químico del siglo xx", en *Diario de Avisos*, 29 de noviembre de 2008, disponible en <<http://www.redir.mx/SQAR176>>.

Aunque el concepto *electronegatividad* ya lo había propuesto en 1925 otro químico estadounidense llamado Worth Huff Rodebush (1887-1959), fue Linus Pauling quien, en un artículo titulado "La naturaleza del enlace químico" publicado en 1932, propuso una ecuación matemática muy compleja para encontrar los valores de electronegatividad que actualmente conocemos. Para plantear la ecuación matemática y resolverla, Pauling llevó a cabo un trabajo sistemático; por ejemplo, en la primera versión de su artículo publicó los valores de electronegatividad de solamente diez elementos no metálicos y en una edición posterior, en 1939, publicó otra escala con 33 elementos. Sin embargo, hasta 1960 apareció su libro con la escala completa [figura 3.43]. Como te ha-

brás dado cuenta, el proceso de elaboración de su teoría requirió mucho tiempo de trabajo y paciencia. El concepto de *electronegatividad* y el trabajo de Pauling son un claro ejemplo de cómo la ciencia avanza poco a poco en diferentes tiempos y se vale de los conocimientos previos aportados por otros científicos de diferentes épocas, inclusive. A veces, las investigaciones no son utilizadas inmediatamente, pero tarde o temprano, el conocimiento acumulado proporciona nuevas pistas e ideas para encontrar nuevas explicaciones.

Grupo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
Periodo	→ Aumenta la electronegatividad																	
1	H 2.1																	
2	Li 1.0	Be 1.5												B 2.0	C 2.5	N 3.0	O 3.5	F 4.0
3	Na 0.9	Mg 1.2												Al 1.5	Si 1.8	P 2.1	S 2.5	Cl 3.0
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 1.9	Ni 1.8	Cu 1.9	Zn 1.6	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	Lu	Hf 1.3	Ta 1.5	W 1.7	Re 1.9	Os 2.2	Ir 2.2	Pt 2.2	Au 2.4	Hg 1.9	Tl 1.8	Pb 1.9	Bi 1.9	Po 2.0	At 2.2	
7	Fr 0.7	Ra 0.7	Lr	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	Nh	Fl	Mc	Lv	Ts	

Figura 3.43 Tabla de electronegatividades según Pauling.

Si observas la tabla verás que el valor más alto de electronegatividad es de 4.0 para el flúor, lo que significa que este elemento es el más electronegativo de todos y, por ello, puede atraer más fácilmente electrones (es decir, ganarlos para formar un enlace). Mientras que el menor valor (0.7), corresponde al francio, cesio y radio, que son los elementos menos electronegativos, es decir, que difícilmente atraerán o ganarán electrones y, por el contrario, será más fácil que los pierdan en la formación de un enlace.

En la tabla se observa que no hay valores de electronegatividad para los gases nobles debido a que éstos —como ya sabes— no se combinan. Si pones atención a los datos de la tabla, notarás que los valores de electronegatividad crecen de izquierda a derecha y de abajo hacia arriba. Eso significa que los elementos que están a la izquierda de la tabla periódica son poco electronegativos y, por lo tanto, no ganan electrones en el enlace, sino los pierden y forman cationes, como es el caso del Li, Na, Ca, Mg, etcétera.

Por otro lado, los elementos del lado derecho de la tabla, particularmente los no metales, son los más electronegativos y suelen formar aniones. Por ejemplo, O, F, Cl. Esto nos permite explicar por qué el enlace iónico casi siempre se forma entre metal y no metal, y la razón de que el metal sea el que cede los electrones y el no metal, el que los gana (como el caso del  $\text{Na}^+$  y  $\text{Cl}^-$  para formar NaCl).



**Figura 3.44** La *nocheztli* o grana cochinilla es la hembra de un parásito de la penca de nopal.



**Figura 3.45** Para obtener azul, se utilizó una planta que llamaban *xiuhquilitl*, cuyo nombre científico es *Indigofera suffruticosa*, que al parecer, es la base del llamado "azul maya".

### PARA SABER MÁS

Los mordientes son sustancias que sirven para fijar los colores en los textiles, sobre todo cuando se usan tintes naturales. Aunque hay muchas sustancias que pueden servir para tal efecto como el ácido tánico, la caseína o la albúmina, los más comúnmente usados son sustancias iónicas, tales como cloruro de sodio y cloruro de estaño, entre otros.

En el México prehispánico, los colorantes usados para teñir las telas eran todos naturales: la grana cochinilla (**figura 3.44**) para dar tonalidades desde rosa pálido, pasando por rojo carmín hasta un tono morado. También, para teñir de azul (**figura 3.45**), se usó la madera del *ek* o palo de Campeche, de la península de Yucatán. Se obtenía el púrpura de un caracol marino que llamaban *tocohoy-tixinda* (cuyo nombre científico es *Purpura patula pansa*) que era obtenido de la costa del Istmo de Tehuantepec, en Oaxaca.

Para lograr el fijado de estos tintes en las fibras, era necesario utilizar diversos mordientes que incluían el *tlaxcócotl* o alumbre (sulfato de potasio y aluminio), sal de mar (por su contenido de cloruro de sodio) y una sustancia a la que llamaban *tlaliac* que, hoy sabemos, se refiere al sulfato de hierro.

Actualmente, el uso de estos colorantes ha sido sustituido por anilinas sintéticas que permiten teñir las telas a mucho menor precio, aunque en muchas zonas del país en donde se hacen textiles tradicionales muchos de los colorantes se obtienen a partir de sustancias que se encuentran en la naturaleza.

Pero ¿qué pasa cuando tenemos la unión de dos elementos muy electronegativos? En este caso, cuando tenemos elementos cuya electronegatividad es muy alta, o la misma (como el caso del cloro en el  $\text{Cl}_2$ ), entonces no se forma un enlace iónico, sino uno covalente y no se ganan ni se pierden electrones, sino se comparten, razón por la cual, el enlace covalente suele formarse entre elementos no metálicos (**figura 3.46**).

Para saber cuándo se forma un enlace covalente o uno iónico a partir de la electronegatividad de los elementos, se puede hacer uso de una regla muy sencilla que implica hacer cálculos con los valores de electronegatividad. La regla es:

Diferencia de electronegatividad	Tipo de enlace
mayor a 1.7	iónico
menor o igual a 1.7	covalente

Analicemos los casos que ya conocemos para que quede más claro:

Caso	Molécula	Valor de electronegatividad	Diferencia: $(E_{\text{mayor}} - E_{\text{menor}})$	Tipo de enlace
1	$\text{NaCl}$	Na: 0.9 Cl: 3.0 (Se obtienen de la tabla en la <b>figura 3.43</b> ).	$3.0 - 0.9 = 2.1$ (Se resta el menor valor de electronegatividad al mayor para que quede un valor positivo).	iónico (debido a que $2.1 > 1.7$ )

Caso	Molécula	Valor de electronegatividad	Diferencia: $(E_{\text{mayor}} - E_{\text{menor}})$	Tipo de enlace
2	$\text{Cl}_2$	Cl: 3.0 Cl: 3.0	$3.0 - 3.0 = 0$	Covalente (debido a que $0 < 1.7$ )
3	$\text{H}_2\text{O}$	H: 2.1 O: 3.5	$3.5 - 2.1 = 1.4$ (Basta hacer el cálculo con un átomo de hidrógeno, ya que el enlace con el otro es del mismo tipo).	Covalente (debido a que $1.4 < 1.7$ )

Es importante aclarar que aunque es una regla útil para identificar el tipo de enlace, no todas las sustancias se ajustan perfectamente a ella y lo mejor es observar las propiedades de las sustancias para establecer el tipo de enlace que tienen.

### ACTIVIDAD

#### Identificar enlaces con valores de electronegatividad

**Propósito:** que el estudiante identifique el tipo de enlace de diferentes moléculas a partir de los valores de electronegatividad de los elementos.

En tu cuaderno, copia el cuadro e identifica el tipo de enlace para cada una de las siguientes moléculas.

Molécula	Valor de electronegatividad	Diferencia: $(E_{\text{mayor}} - E_{\text{menor}})$	Tipo de enlace
$\text{LiF}$			
$\text{CO}_2$			
$\text{O}_2$			
$\text{KCl}$			
$\text{CH}_4$			

Como habrás notado, los elementos con un valor de electronegatividad alto generalmente tienen un número mayor de electrones de valencia que aquellos con valores de electronegatividad más bajos. Analiza los siguientes ejemplos para notar las diferencias en los valores de electronegatividad de los reactivos, así como las diferencias en las estructuras de Lewis de los productos que se forman.

Formación de compuestos iónicos					
	2K	+	$\text{F}_2$	$\rightarrow$	2KF
	Potasio	reacciona con	flúor	para formar	fluoruro de potasio
Valor de electronegatividad o diferencia de electronegatividad	0.8		4		3.2
Estructura de Lewis	$\text{K}^{\bullet\bullet}$		$\text{F}^{\bullet\bullet}:\text{F}^{\bullet\bullet}$		$\text{K}^+:\text{F}^{\bullet\bullet}:\text{K}^+:\text{F}^{\bullet\bullet}$

Formación de compuestos covalentes					
	C	+	2F <sub>2</sub>	→	CF <sub>4</sub>
	Carbono	reacciona con	flúor	para formar	tetrafluoruro de carbono
Valor de electronegatividad o diferencia de electronegatividad	2.5		4.0		1.5
	$\cdot \overset{\cdot}{\underset{\cdot}{\text{C}}}$		$\begin{array}{c} \cdot\cdot \\ \cdot\cdot \end{array}$		$\begin{array}{c} \cdot\cdot \\ \cdot\cdot \end{array}$

Cuando reaccionan un metal con un no metal, como en el caso del fluoruro de potasio, se forma un compuesto iónico en el que la diferencia de electronegatividad es superior a 1.7. En este caso el elemento más electronegativo (el flúor) atrae a los electrones del elemento menos electronegativo (el potasio) y se forma un ion negativo (F<sup>-</sup>) y un ion positivo (K<sup>+</sup>). Ambos iones cumplen la regla del octeto, pues tienen ocho electrones en su último nivel de energía.

Cuando reaccionan dos elementos no metálicos, como en el caso del carbono y el flúor, se forma un compuesto covalente en el que la diferencia de electronegatividad es menor a 1.7. En este caso los electrones se comparten entre los dos elementos para formar una molécula en la que cada uno de los átomos cumple la regla del octeto.

### CIERRE

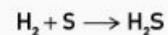
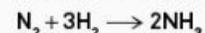
Tanto las estructuras de Lewis como el concepto de *electronegatividad* nos permiten comprender y predecir la manera en la que los elementos se unen para formar compuestos, es decir, el enlace químico. Saber el tipo de enlace que tiene una molécula es de gran importancia en química, pues implica conocer las propiedades de esa sustancia (densidad, puntos de fusión y ebullición, estado de agregación a temperatura ambiente, solubilidad, etcétera) que nos sirven para identificar sus usos y saber cómo reacciona para formar otras nuevas. Por esta razón, las aportaciones de Lewis y Pauling han sido tan importantes para la química, al grado que constituyen la que se conoce como tercera revolución de la química.

### ¿CÓMO AVANCÉ EN MIS CONOCIMIENTOS?

Después de conocer las aportaciones de Gilbert N. Lewis y Linus Pauling a la comprensión del enlace químico:

1. Explica la importancia del trabajo de Lewis relacionado con la estabilidad electrónica de los átomos. ¿por qué piensas que esta idea ayuda a explicar por qué se unen los átomos? ¿Por qué piensas que Lewis utilizó un cubo para representar los átomos?
2. Busca dos ejemplos de sustancias iónicas y dos covalentes e investiga sus aplicaciones.
3. Identifica qué tipo de enlace tienen el amoníaco (NH<sub>3</sub>) y el ácido sulfhídrico (H<sub>2</sub>S) a partir de los valores de

electronegatividad de los elementos que los forman. Representa las reacciones que se forman usando las estructuras de Lewis.



4. Vuelve al ejercicio inicial (página 171) y utiliza la regla de la diferencia entre las electronegatividades para decidir si el enlace de esas sustancias es iónico o covalente. Explica si eso ayuda también a explicar las propiedades de cada una de esas sustancias.

## Comparación y representación de escalas de medida

### Lección 17. Escalas y representación Unidad de medida: mol

**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.

### INICIO

### MIS SABERES PREVIOS

Elige la respuesta que te parezca más adecuada para cada una de las preguntas y después discútela con tus compañeros.

1. En una gota de agua hay aproximadamente:
  - a) 100 moléculas de agua.
  - b) 1 000 000 de moléculas de agua.
  - c) 10 000 000 de moléculas de agua.
  - d) más de 10 000 000 de moléculas de agua.
2. Los lápices están hechos de grafito (formado a su vez por átomos de C). ¿Cuántos átomos de C hay en la punta de un grafito?
 

a) 10	c) 1 000
b) 20	d) 1 000 000
3. ¿Cuál es el tamaño de un átomo en comparación con el de una partícula de polvo?
  - a) El átomo tiene la mitad del tamaño de la partícula de polvo.
  - b) El átomo es mil veces más pequeño que la partícula de polvo.
  - c) El átomo es millones de veces más pequeño que la partícula de polvo.
4. ¿Cuáles de los siguientes objetos puede ser visto por el ojo humano sin necesidad de un microscopio?
 

a) Una bacteria.	c) Un óvulo.
b) Una célula de sangre.	d) Una molécula de hemoglobina.

### DESARROLLO

#### El tamaño de los seres humanos

¿De qué tamaño somos los seres humanos cuando nos comparamos con otros objetos del Universo? ¿Qué tan grandes somos comparados con una mariposa? ¿Y cuánto más grande es el tamaño de una mariposa en comparación con una bacteria? ¿Cuántas veces es más grande la Tierra que un ser humano? ¿Qué tanto más grande es el Sol comparado con la Tierra?

El Universo en el que habitamos está lleno de objetos de tamaños y masas muy diversas... desde una molécula de agua hasta la Vía Láctea.

### POST DE BIBLIOTECA

Noreña Villarías, F., Tonda Mazón, J., *La medición y sus unidades*, SEP-Santillana, México (2002).

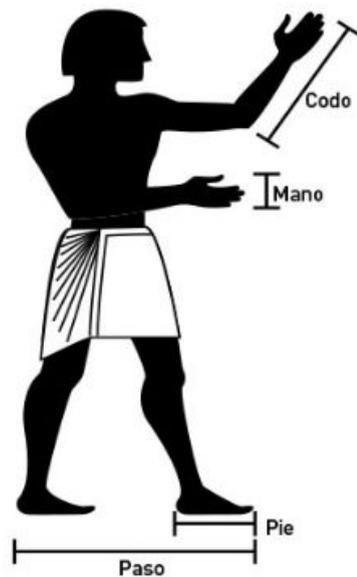


Figura 3.47 Hay testimonios que muestran que en el año 3000 a. C., en el Antiguo Egipto, se utilizaban partes del cuerpo humano para medir.



Figura 3.48 El primer telescopio fue construido en Holanda en 1611 utilizando lentes de vidrio, posteriormente se utilizaron espejos reflejantes a). Actualmente existen telescopios que captan radiaciones electromagnéticas y se denominan radiotelescopios b).

La medición de lo que nos rodea ha sido una actividad que los seres humanos hemos llevado a cabo desde hace miles de años. Los egipcios y las civilizaciones mesoamericanas dejaron testimonios de medida mediante el cuerpo humano como referencia (figura 3.47), así se podía comprar una cuarta de azúcar o se podía medir un pie de terreno. Aunque este sistema tiene sus ventajas también tiene sus desventajas porque el pie de un hombre de 1.80 m de altura no mide lo mismo que el pie de un hombre de 1.50 m de altura. De aquí la necesidad de establecer patrones y unidades de medida que todos utilicen sin confusiones.

En la actualidad se mide utilizando patrones y unidades del Sistema Internacional. Tanto para medir cosas muy pequeñas, como un óvulo humano o una bacteria, como cosas muy grandes como el Citlaltépetl (Pico de Orizaba) y el Sol podemos utilizar una misma unidad de longitud (el metro), lo cual nos permite establecer comparaciones. En esta lección vamos a trabajar fundamentalmente con unidades de longitud, metros (m), y de masa (gramos), y también vamos a utilizar una unidad de medida nueva para medir la cantidad de materia de una sustancia: el mol.

#### PARA SABER MÁS

Por medio de la notación científica expresamos números muy grandes o muy pequeños mediante el uso de las potencias de diez; por ejemplo, si queremos escribir el número 1000 en notación científica escribimos  $1 \times 10^3$ , el 3 indica el número de ceros que hay después del uno. Si queremos escribir el número 1 000 000 escribimos entonces  $1 \times 10^6$ . Cuando queremos escribir números muy pequeños la potencia a la que elevamos el número 10 es negativa; por ejemplo, el número  $1 \times 10^{-3}$  es lo mismo que 0.001 y  $1 \times 10^{-4}$  lo mismo que 0.000001, pues en este caso el número indica el número de lugares hacia la derecha del punto decimal.

#### Comparación de tamaños

Para poder tener una perspectiva del tamaño de diferentes objetos que hay en nuestro Universo, vamos a compararlos con el tamaño de los seres humanos. Cuando observas cuerpos celestes (el Sol, la Luna, los planetas y las estrellas) es difícil imaginar su tamaño puesto que se encuentran muy lejos de nosotros; sin embargo, con los telescopios (figura 3.48) los seres humanos amplían el alcance de sus sentidos y se acercan a objetos que están a miles de millones de kilómetros de sus ojos.

#### PARA SABER MÁS

La unidad más común para medir la distancia entre los objetos astronómicos es el año luz. Aunque su nombre puede engañarnos, el año luz no es una medida de tiempo, sino de distancia y equivale a  $9.46 \times 10^{12}$  km o bien a 9 460 730 472 580.8 m, que es la distancia que puede recorrer la luz en un año. Actualmente los científicos utilizan una unidad conocida como parsec que equivale a 3.26 años luz.

Es posible que cuando veas un edificio muy alto como la Torre Latinoamericana en la Ciudad de México o la Torre Chiapas en Tuxtla Gutiérrez te sientas

muy pequeñito, estos edificios miden aproximadamente 100 m de altura, lo que quiere decir que miden aproximadamente 70 veces más de lo que miden las adolescentes promedio en México (1.50 m de estatura). Sin embargo estos edificios palidecerían en comparación con el edificio más alto del mundo: el Burj Khalifa que se encuentra en Dubai y mide 828 m, es decir, 550 veces más que una adolescente de 1.50 m de estatura (figura 3.49).

Los objetos astronómicos están en otro orden de magnitud y no podrían compararse en la misma imagen del Burj Khalifa, puesto que son miles de veces más grandes (figura 3.50). Así, el tamaño siempre es relativo, algo es muy pequeño o muy grande según con qué lo comparemos. En el cuadro 3.2 presentamos objetos de diferentes órdenes de magnitud para que puedas compararlos. Estos objetos han sido divididos en tres distintas escalas: atómica y celular; humana y astronómica.



Figura 3.49 La Torre Latinoamericana y el Burj Khalifa en comparación con el tamaño de una adolescente.

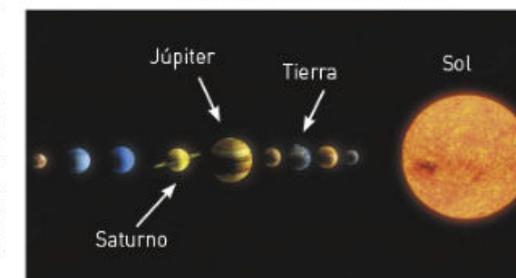


Figura 3.50 Comparación del tamaño del Sol, Júpiter, Saturno y la Tierra.

#### Cuadro 3.2 Comparación de objetos de diferentes órdenes de magnitud

Orden de magnitud	Unidad		Valor	Objeto
<b>Escala atómica y celular</b>				
$10^{-11}$	10 picómetros (10 pm)	0.00000000001 m	25 pm	Radio del átomo de hidrógeno
$10^{-10}$	100 pm	0.0000000001 m	154 pm	Longitud de un enlace covalente
$10^{-9}$	1 nanómetro (1 nm)	0.000000001 m	1 nm	Diámetro de un nanotubo de carbono (figura 3.51 de la página siguiente)
			6–10 nm	Ancho de la membrana celular
$10^{-7}$	100 nm	0.0000001 m	130 nm	Virus de influenza
<b>Escala humana</b>				
$10^{-4}$	1 micrómetro (1 $\mu$ m)	0.000001 m	6–8 $\mu$ m	Diámetro de una célula sanguínea (figura 3.52 de la página siguiente)
$10^{-4}$	100 $\mu$ m	0.0001 m	100 $\mu$ m	Ancho promedio de un cabello humano
$10^{-3}$	1 milímetro (1 mm)	0.001 m	8 mm	Tamaño promedio de un grano de arroz
$10^{-2}$	1 centímetro (1 cm)	0.01 m	1 cm	Tamaño promedio de una hormiga
$10^0$	1 metro (1 m)	1 m	1.6 m	Tamaño promedio de un mexicano
$10^1$	1 decámetro (1 dam)	10 m	33 m	Longitud de la ballena azul
			60 m	Altura promedio de una ceiba
$10^2$	1 hectómetro (hm)	100 m	100 m	Altura de la Torre Latinoamericana en la Ciudad de México

Orden de magnitud	Unidad	Valor	Objeto
		246 m	Altura de la cascada de Basaseachi en Chihuahua
10 <sup>3</sup>	1 kilómetro (km)	1000 m	8848 m Altura del Monte Everest (figura 3.53)
10 <sup>5</sup>	100 km	100 000 m	2608 km Distancia entre Morelia, Michoacán, y Tijuana, Baja California
Escala astronómica			
10 <sup>6</sup>	1 000 km = 1 megámetro (1 Mm)	1 000 000 m	3480 km Diámetro de la Luna (figura 3.54)
			6400 km Longitud de la Muralla China
10 <sup>8</sup>	100 000 km	100 000 000 m	142 984 km Diámetro de Júpiter
			384 000 km Distancia entre la Luna y la Tierra
10 <sup>9</sup>	1 000 000 km = 1 gigámetro (1 Gm)	1 000 000 000 m	1 390 000 km Diámetro del Sol
10 <sup>12</sup>	1 000 millones de kilómetros = 1 terámetro (1 Tm)	1 000 000 000 000 m	59 000 Tm Distancia entre Plutón y el Sol
10 <sup>16</sup>	10 petámetros (Pm)	10 000 000 000 000 000 m	39.9 Pm = 4.22 años luz Distancia a la estrella más cercana (Proxima Centauri)



Figura 3.51 Nanotubo de carbono.

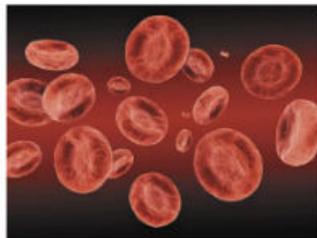


Figura 3.52 Célula sanguínea.



Figura 3.53 Monte Everest.



Figura 3.54 La Luna.

## ACTIVIDAD

### Comparar objetos

**Propósito:** que los estudiantes comparen el tamaño de objetos diversos para discutir sobre órdenes de magnitud y escalas.

Revisa con cuidado el cuadro 3.2 y las imágenes de las figuras 3.51, 3.52, 3.53 y 3.54 y responde las siguientes preguntas:

- ¿Cuáles de los objetos que se presentan están en el mismo orden de magnitud?
- Trata de representarlos a escala en una hoja de papel. Si no es posible, explica esta dificultad.
- ¿Cuántas veces es más grande un ser humano que el virus de la influenza?
- ¿Cuántas veces es más grande el diámetro de la Luna que un ser humano?
- Utilicen los datos del cuadro para calcular cuántos átomos de hidrógeno cabrían en el ancho de un cabello.
- Compara tus respuestas con las de tus compañeros de equipo para llegar a una única solución.

## POST TECNOLÓGICO

Sigue explorando las diferentes órdenes de magnitud de objetos de una manera más interactiva en el sitio Escala del Universo en: <http://www.redir.mx/SQAR185> Selecciona el idioma español para ver la escala.

## PARA SABER MÁS

La vista del ser humano tiene una capacidad de ver un objeto de hasta 0.1 mm de largo. Esto quiere decir que puedes ver objetos hasta del tamaño de un grano de sal. Con un microscopio de luz puedes ver objetos de hasta 500 nm de largo, un óvulo humano, por ejemplo; éstos son los objetos que se encuentran en la denominada escala humana. Para todos los objetos más pequeños necesitas usar un microscopio electrónico en el que un haz de partículas interactúa con los materiales y genera imágenes como las de los átomos.

### Si los átomos son tan pequeños, ¿cómo podemos pesarlos?

Como se mencionó en la actividad anterior, los átomos tienen tamaños del orden de 10<sup>-9</sup> m (1 nm), por lo que la masa de cada uno de ellos es también muy pequeña si la comparamos con la masa de cualquier objeto que podamos medir en una balanza en el laboratorio, puesto que se trata de dimensiones mucho menores que la escala humana.

Sin embargo, con anterioridad se ha dicho que las sustancias químicas están formadas por átomos, moléculas, iones, y que con ello explicamos las diversas propiedades que las caracterizan. Asimismo, aprendimos a escribir reacciones químicas en las que participan estas moléculas y átomos, y las hemos representado de maneras diferentes (figura 3.55).

Y, si quisiéramos hacer una reacción química en el laboratorio y requerimos pesar cantidades de sustancias, ¿qué haríamos para pesar el metano? ¿Se puede pesar una molécula de este gas?

Si los átomos son tan pequeños, no hay manera de manipularlos en el laboratorio individualmente y por lo mismo no hay manera de pesar una molécula de metano para que reaccione con dos moléculas de oxígeno. ¿Qué hacemos en este caso? ¿Cómo podemos saber las cantidades de metano y de oxígeno que necesitamos para que esta reacción se lleve a cabo?

Una de las formas de tener cantidades de átomos que puedan medirse con instrumentos a los que tenemos acceso es agrupándolos. La agrupación es una manera común de contar objetos para venderlos (figura 3.56).

Los químicos agrupan los átomos utilizando una unidad que se llama mol. Un mol equivale a 6.023 × 10<sup>23</sup> unidades. De la misma forma que una docena de huevos tiene 12 huevos, una gruesa de naranjas son 144 naranjas, un mol de moléculas de agua tiene 6.023 × 10<sup>23</sup> moléculas de agua. Éstas son 602 300 000 000 000 000 000 000 moléculas de agua.

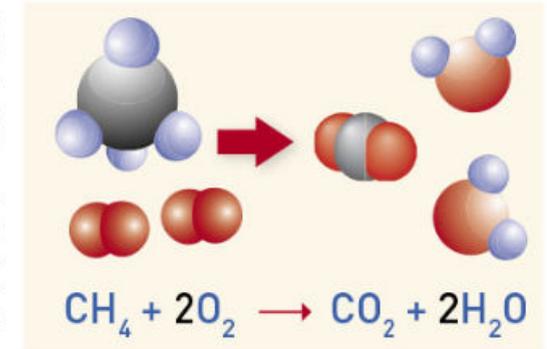


Figura 3.55 Esta ecuación química puede leerse como: una molécula de metano (CH<sub>4</sub>) reacciona con dos moléculas de oxígeno (O<sub>2</sub>) para producir una molécula de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y dos moléculas de agua (H<sub>2</sub>O).



Figura 3.56 Los huevos suelen venderse por docenas (12 unidades) y las flores por gruesas (12 docenas, lo que equivale a 144 unidades).

## ACTIVIDAD

¿Se puede contar un mol?

**Propósito:** que los estudiantes tengan una idea del número de unidades que hay en un mol

**Materiales por equipo:** 60 clips, cronómetro o reloj.

### Procedimiento

1. Para tener una idea de la cantidad de unidades que hay en un mol vamos a contar 60 clips y a medir el tiempo que les toma contarlos. Una vez que lo hayan hecho, calculen cuánto tiempo les tomaría contar un mol de clips.

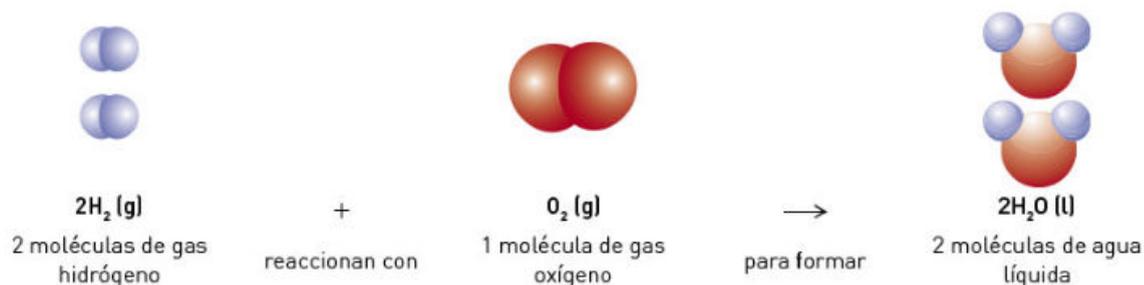
$$\frac{60 \text{ clips}}{\text{Segundos}} = \frac{6 \times 10^{23} \text{ clips}}{\text{Segundos}}$$

### Análisis de resultados y conclusiones

- Compartan sus resultados con el resto de los equipos y traten de establecer a cuántos años equivale ese número de segundos.
- Si consideramos que la edad de la Tierra es de unos 4470 millones de años, ¿cuántos moles de clips podrían contar en ese tiempo?
- Si suponemos que cada clip mide 3 cm, ¿cuántos moles de clips necesitarías poner uno detrás de otro para cubrir la distancia entre la Tierra y la Luna? (Revisa el cuadro 3.2.)

## Los moles y las reacciones químicas

En la ecuación que representa la formación de agua líquida a partir de gas hidrógeno y gas oxígeno, los coeficientes representan la proporción entre moléculas de reactivos y productos involucrados en la reacción.



Los coeficientes (los números frente a las moléculas) representan las proporciones que se necesitan para formar agua a partir de gas hidrógeno y gas oxígeno. Con ellos se nos indica que siempre se necesitará el doble de moléculas de gas hidrógeno que de moléculas de gas oxígeno y que el volumen de agua que se formará será igual al volumen de las moléculas de gas hidrógeno y la mitad del volumen de las moléculas del gas oxígeno.

Así, siempre que se respeten las proporciones en una ecuación química podríamos cambiar el número de éstas para expresarlas en unidades agrupadas, por ejemplo:

2 docenas de moléculas de gas hidrógeno	reaccionan con	1 docena de moléculas de gas oxígeno	para formar	2 docenas de moléculas de agua líquida
-----------------------------------------	----------------	--------------------------------------	-------------	----------------------------------------

O si lo pusiéramos en unidades de gruesa (recuerda que una gruesa son 12 docenas,  $12 \times 12 = 144$  unidades):

2 gruesas de moléculas de gas hidrógeno	reaccionan con	1 gruesa de moléculas de gas oxígeno	para formar	2 gruesas de moléculas de agua líquida
-----------------------------------------	----------------	--------------------------------------	-------------	----------------------------------------

O bien, podemos ponerlo en términos de moles ( $1 \text{ mol} = 6.023 \times 10^{23}$  unidades):

2 moles de moléculas de gas hidrógeno	reaccionan con	1 mol de moléculas de gas oxígeno	para formar	2 moles de moléculas de agua líquida
---------------------------------------	----------------	-----------------------------------	-------------	--------------------------------------

Y si de plano, nos gusta complicarnos la vida y nos gusta manejar números grandes podemos escribir:

$12.046 \times 10^{23}$ moléculas de gas hidrógeno	reaccionan con	$6.023 \times 10^{23}$ moléculas de gas oxígeno	para formar	$12.046 \times 10^{23}$ moléculas de agua líquida
----------------------------------------------------	----------------	-------------------------------------------------	-------------	---------------------------------------------------

No importa en qué unidades se escriba la reacción, la proporción del número de moléculas que participan es siempre la misma.

## ACTIVIDAD

### Contar semillas

**Propósito:** que los estudiantes hagan una analogía entre las reacciones químicas y las mezclas de alimentos y la utilicen para explicar qué es un mol.

En esta actividad se prepararán una mezcla de cereales y dulces, de esas que se comen a media mañana o media tarde, y que es muy utilizada por ciclistas o por quienes caminan por las montañas. Vamos a llamar a la mezcla *surtido rico* (SR).



- Calculen los ingredientes que se necesitan para preparar cuatro raciones de SR y representen la preparación utilizando como unidad las docenas de semillas. Asignen un nombre a cada semilla para que sea más fácil la representación (Papas = P; Girasol = G; Lunetas = L).
- Calculen los ingredientes que se necesitan para preparar 2.5 raciones de SR y representen la preparación utilizando como unidad las docenas de semillas.

**Materiales por equipo:** 30 pasitas, 40 semillas de girasol, 30 lunetas (las semillas pueden sustituirse por otras de tamaño similar), 12 bolsas pequeñas de plástico (como para guardar un sándwich), servilletas

### Procedimiento

Para hacer la analogía, prepara a continuación raciones de surtido rico (SR) con la siguiente receta.

### Análisis de resultados y conclusiones

- ¿Cómo se relaciona la preparación de raciones de surtido rico con las reacciones químicas? ¿En qué son iguales y en qué diferentes?
- ¿Cuáles son las diferencias y semejanzas entre una docena (que utilizamos para preparar el SR) y el mol (que se utiliza en las reacciones químicas)?
- Comparen sus respuestas con las del resto del grupo y concluyan entre todos.



La masa de 1 docena de lunetas es 10,5 g



La masa de 1 docena de semillas de girasol es 0,85 g



La masa de 1 docena de pasas es 12,5 g

Figura 3.57 La masa de una docena de cada ingrediente del surtido rico es distinta, aunque el número de unidades sea el mismo.

### ¿Y cómo los medimos en el laboratorio?

Si tuvieras una fábrica de preparación de surtido rico, contar el número de pasas, semillas y lunetas requeriría mucho tiempo, así que una manera más común para preparar las raciones sería determinar la masa de una docena de pasas, la de una docena de semillas de girasol y la de una docena de lunetas (figura 3.57).

Más difícil que contar semillas de girasol sería contar átomos así que también el mol servirá para medir la masa de  $6.023 \times 10^{23}$  átomos de cualquier cosa.

Como en el caso de las semillas, un mol de moléculas de hidrógeno no pesa lo mismo que un mol de moléculas de oxígeno o uno de moléculas de agua. Para saber cuánto pesa un mol de cada sustancia utilizamos la tabla periódica, puesto que la masa atómica de cada elemento es numéricamente igual a la masa de un mol de átomos de ese elemento expresada en gramos.

### PARA SABER MÁS



Figura 3.58 En la imagen está representado un mol de gas helio que pesa 2 g, en esta muestra de sustancias el número de partículas es  $6.023 \times 10^{23}$ .

Cuidado: la palabra mol no tiene nada que ver con la palabra molécula... mol proviene de una palabra griega y quiere decir "montón o pila de cosas" (figura 3.58).

El mol está definido por la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (IUPAC, por sus siglas en inglés) como: la cantidad de entidades elementales que hay en una muestra de 12 g del isótopo Carbono 12.

Cuando no tengamos elementos sino compuestos podemos calcular su masa molar sumando las masas molares de cada uno de los elementos que forman el compuesto. Por ejemplo:

Compuesto o elemento	Elementos que lo forman	Número de moles de átomos de cada uno	Masa de cada mol de átomos		Masa total	Total
Agua H <sub>2</sub> O	H	2	1 g	2 mol (H) × 1 g/mol	2 g	18 g
	O	1	16 g	1 mol (O) × 16 g/mol	16 g	

1 mol de H<sub>2</sub>O pesa 18 g.

### ACTIVIDAD

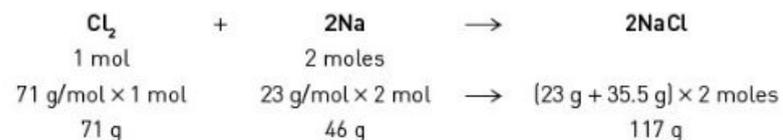
#### Calcular masas molares

**Propósito:** que los estudiantes practiquen el cálculo de masas molares.

1. **Calcula la masa molar de los siguientes elementos o compuestos.**

Azufre S, dicromato de potasio K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>4</sub> y sulfato de cobre Cu(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>

Para conocer las relaciones de masa en las reacciones químicas, vamos a considerar el ejemplo de la formación de cloruro de sodio (sal común), a partir de gas cloro (Cl<sub>2</sub>) y sodio metálico (Na). Al balancear la reacción sabemos que un mol de gas cloro reacciona con dos moles de sodio metálico para producir dos moles de cloruro de sodio.



Como ves, el cálculo de las relaciones de masa en las sustancias químicas le da la razón a Lavoisier (quien ya lo había afirmado hace más de 200 años) respecto a que la masa se conserva en una reacción química.

### PARA SABER MÁS

El número de unidades que hay en un mol de sustancia ( $6.023 \times 10^{23}$ ) se conoce como número de Avogadro o constante de Avogadro ( $N_A$ ) en honor de Amadeo Avogadro (1776-1856) (figura 3.59) quien en 1811 propuso por primera vez (y sin tener mucha evidencia experimental) una idea adelantada para su época: que en volúmenes iguales de gases diferentes había la misma cantidad de moléculas.

Las de esos gases. La aplicación de esta idea para calcular la proporción de moléculas en las reacciones químicas permitió el cálculo adecuado de las masas atómicas y, por lo tanto, la elaboración de la tabla periódica. Así, en 1909 el químico francés Jean Baptiste Perrin propuso que fuera reconocido con el nombre de Avogadro.

### CIERRE

Los seres humanos hemos encontrado maneras de medir los objetos que están en el Universo. Muchos de ellos tienen tamaños y masas tan diversos que cuesta trabajo imaginarlo. En esta lección hemos trabajado con analogías y comparaciones diferentes que ayudan a entender las diferencias en las escalas de los objetos y también hemos introducido un nuevo término que nos permite relacionar el mundo nanoscópico de los átomos y las moléculas con el mundo macroscópico en el que las sustancias se pueden pesar.

Todas las reacciones químicas ocurren siempre en términos de números discretos de partículas que se acomodan de diferentes maneras, con lo que generan materiales con propiedades diferentes a las de los materiales iniciales. Mediante la constante de Avogadro relacionamos el número de partículas con la masa de una muestra, razón que lo hace indispensable para la química cuantitativa, pues con él podemos predecir la cantidad de producto que habrá en una reacción o la cantidad de reactivo que será necesaria para llevar a cabo la reacción.



Figura 3.59 Avogadro fue un químico y físico italiano, profesor en la Universidad de Turín.

### ¿CÓMO AVANCÉ EN MIS CONOCIMIENTOS?

1. Calcula las masas molares de los elementos y compuestos involucrados en las siguientes reacciones químicas y demuestra que la masa se conserva. No olvides que es importante balancear las ecuaciones antes de hacer cualquier cálculo:
  - a) CH<sub>4</sub> + O<sub>2</sub> → CO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O
  - b) H<sub>2</sub> + O<sub>2</sub> → H<sub>2</sub>O
2. El mol es un concepto complicado en la química así que pensamos una manera divertida de explicarlo para comprenderlo mejor. Para terminar esta lección forma equipos de cuatro integrantes e inventen una canción sobre el mol en donde expresen qué es

y para qué sirve esta unidad de medida. Pueden utilizar algunas de las analogías que revisamos en esta lección y buscar información adicional en Internet. Hagan un rap, un corrido, una balada romántica... el ritmo que a ustedes más les guste y les ayude a comprender este concepto. Si no les gusta la idea de hacer una canción, hagan un programa científico en el que expliquen a las personas de qué tamaño son los átomos y qué son los moles y por qué son importantes.

3. Regresa a la actividad de inicio (página 181) y responde nuevamente las preguntas para verificar si cambió tu conocimiento.

## Proyectos: ahora tú explora, experimenta y actúa (preguntas opcionales).

### Integración y aplicación

### Lección 18. ¿Cómo elaborar jabones? ¿De dónde obtiene la energía el cuerpo humano?



**Figura 3.60** Para hacer una botella de olas, añade agua a una botella transparente de plástico hasta aproximadamente dos terceros de su capacidad. Agrega después unas gotas de colorante, llena la botella con aceite de cocina y ciérrala.

#### POST DE BIBLIOTECA

Andoni Garritz y José Antonio Chamizo, *Tú y la química*, México, Prentice Hall, 2001.  
Antonio Peña y Georges Dreyfus, *La energía y la vida. Bioenergética*, México, Fondo de Cultura Económica (FCE), 1997, disponible en: <<http://www.redir.mx/SQAR190>>.

#### GLOSARIO

**Inmiscibles:** sustancias que en ninguna proporción son capaces de formar una mezcla homogénea.

**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.  
Seguramente has visto muchas veces que cuando te lavas las manos con jabón y tallas con fuerza, la grasa en tus manos “desaparece”; sin embargo, esto no ocurre así cuando te lavas las manos sin jabón. ¿Por qué el jabón quita la grasa?

Para conocer cómo funcionan los jabones, te sugerimos hacer una botella de olas (figura 3.60). Toma la botella entre tus manos y obsérvala cuidadosamente; piensa en los materiales que hay en ella y en la manera en que interactúan. Agítala fuertemente y colócala sobre la mesa. Registra tus observaciones y contesta las siguientes preguntas y formula otras que te interesen:

- ¿Por qué no se mezclan el agua y el aceite?
- ¿Qué ocurre al agitar la botella? ¿Por qué piensas que ocurre eso?
- ¿Dónde se queda el colorante? ¿Por qué piensas que el colorante solamente se queda en una de las fases?
- ¿Cómo piensas que funciona el jabón, que logra retirar la grasa de las cosas muy sucias?

#### El cuerpo humano necesita energía

En este bloque estudiamos también que los alimentos nos proporcionan energía y que la dieta equilibrada es necesaria para estar saludables y evitar problemas de sobrepeso. En este proyecto te sugerimos que investigues el tipo de alimentos que nos proporcionan energía y los procesos que ocurren en nuestro cuerpo para obtenerla.

#### Fase 1: exploración del tema

Los jabones son materiales que se llaman surfactantes o tensoactivos porque actúan en la superficie de los materiales para que ocurra una interacción entre dos materiales que normalmente son **inmiscibles**, como el agua y el aceite.

Los jabones son producto de la reacción (denominada saponificación) entre ácidos grasos (provenientes de grasas animales y vegetales) y un álcali (generalmente sosa cáustica). La molécula de jabón tiene una cadena hidrocarbo-

nada larga (a veces llamada “cola”) y un extremo que contiene un grupo carboxilo (conocido como “cabeza”) y con ellos interactúa con las partículas de la “mugre” (de composición similar) (figura 3.61). ¿Qué preguntas se te ocurren sobre cómo elaborar jabones? Aquí te presentamos algunas sugerencias, pero recuerda que un proyecto siempre debe elaborarse a partir de los intereses del equipo.

- ¿Cómo funciona un jabón?
- ¿Cómo se elabora un jabón en casa o en el laboratorio escolar?
- ¿Qué tan importante es la industria del jabón y los detergentes?

#### Algo sobre la historia del jabón

El jabón ha sido usado desde hace muchísimo tiempo. En lo que fue la ciudad de Babilonia se encontraron los restos más antiguos de jabón en unos cilindros de barro que datan del año 2800 a. n. e. En Egipto, el papiro de Ebers, un documento médico que data del 1540 a. n. e., contiene información sobre cómo se utilizaban grasas animales y vegetales, en combinación con sales alcalinas, para formar un material similar al jabón, que se utilizaba para tratar enfermedades de la piel y para lavarse. También en el México prehispánico se usaba una mezcla parecida al jabón, según consta en el Códice De la Cruz-Badiano, en el que se muestran recetas para preparar jabón a partir de plantas locales.

#### ¿Cuánta energía requiero para vivir?

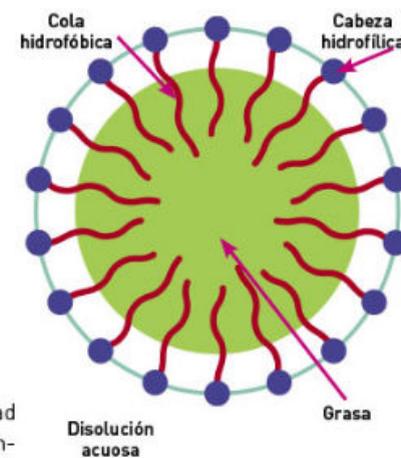
Para empezar a involucrarte en el tema, te sugerimos que repases la lección “¿Qué me conviene comer?” y que complementes lo que sabes con una revisión bibliográfica general sobre el tema de la energía de los alimentos. Consulta las sugerencias bibliográficas que aparecen en el apartado “Post de biblioteca”. En equipo, una vez que hayan hecho la revisión bibliográfica, hagan una lluvia de ideas que vinculen a los alimentos y la energía en el cuerpo. Al final hagan preguntas como las siguientes:

- ¿Cómo se calcula el aporte energético de un alimento hecho en casa?
- ¿Cómo se calcula la cantidad de kilocalorías que debe tener una dieta balanceada?

#### Fase 2: definir el problema o pregunta del proyecto

Una vez que hayan decidido el aspecto que les interesa investigar sobre el jabón anoten preguntas más específicas, pues son las que guiarán el desarrollo del proyecto. Por ejemplo, los estudiantes de la Secundaria 22 de Pátzcuaro, Michoacán, se propusieron hacer jabón en el laboratorio de la escuela, una vez que leyeron la información de otros estudiantes que conocían la receta.

Para llevar a cabo el experimento, primero revisaron cuáles son los ingredientes y buscaron si en las tiendas de su comunidad era posible encontrarlos. También tuvieron que hacer un presupuesto para saber cuánto dinero necesitaban y si podían conseguirlo. Algo muy importante: tomaron las precauciones necesarias para fabricar el jabón, pues debían elaborarlo en un recipiente de madera, en un lugar muy ventilado y con guantes, lentes de seguridad y bata.



**Figura 3.61** Las propiedades de la molécula de jabón le permiten interactuar con materiales que no son miscibles entre sí, como el agua y el aceite.

#### POST TECNOLÓGICO

En esta página encontrarás información sobre el jabón:  
Biomodel:

<<http://www.redir.mx/SQAR191a>>

En la siguiente página electrónica hay información sobre cómo elaborar jabones, según un método tradicional:

Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación de Profesorado: <<http://www.redir.mx/SQAR191b>>

Para hacer jabón de avena:

Profeco: <<http://www.redir.mx/SQAR191c>>

**POST DE BIBLIOTECA**

“La sobremesa”, en José Luis Córdova, *La química y la cocina*, México, FCE, 1990, disponible en: <<http://www.redir.mx/SQAR192a>>.

“El metabolismo o las transformaciones de las moléculas en las células”, en Antonio Peña, *¿Cómo funciona una célula? Fisiología celular*, México, FCE, disponible en: <<http://www.redir.mx/SQAR192b>>.

Si deciden elegir el proyecto “¿Qué me conviene comer?”, definan entre todos, una vez que hayan identificado las ideas de su interés, cuál será el tema central del proyecto. Por ejemplo, los estudiantes de una secundaria de la Ciudad de México decidieron centrar el proyecto en el tema del metabolismo. Una vez definido este tema central, establecieron un listado de los temas que debían estudiar para elaborar la investigación. Algunas de las preguntas que sirvieron para ello son:

1. ¿Cuál es el contenido energético de los alimentos que ingerimos?
2. ¿Cuáles son las necesidades energéticas del cuerpo (gasto energético basal, efecto térmico de los alimentos, gasto energético por actividad física y gasto energético por crecimiento)?
3. ¿Cuál es el contenido energético de los alimentos (carbohidratos, grasas y proteínas) y qué es la energía metabolizable?
4. ¿Qué es el metabolismo (anabolismo y catabolismo)?

**Fase 3: participar en el desarrollo del proyecto y dar respuesta al problema**

Los estudiantes de la Secundaria Técnica 121 de Coatzacoalcos, Veracruz, que está ubicada cerca de una refinera, decidieron probar la eficacia de distintos jabones y detergentes en ropa manchada de aceite. Para ello utilizaron distintas marcas de detergentes y jabones comerciales, y probaron su eficacia para limpiar manchas de aceite y de algunos materiales caseros como el bórax en un pedazo de tela. Tuvieron mucho cuidado en definir los parámetros constantes del experimento; por ejemplo, hicieron pedazos de tela del mismo tamaño y los impregnaron con la misma cantidad de mugre, lo que lograron añadiendo una cantidad específica de aceite a cada tela. También, al lavarlos, un compañero talló los pedazos de tela durante un tiempo determinado y, por supuesto, no olvidaron tener siempre un pedazo de tela limpio para utilizarlo como control.

Posteriormente, recopilaron los resultados de su experimento en una tabla e hicieron una gráfica con esos datos (figura 3.62). Al presentar los resultados, no olvidaron considerar el costo de los jabones que utilizaron para decidir cuál era el mejor producto (figura 3.63).

En el caso del segundo proyecto, para responder las preguntas, lo primero que se puede hacer es consultar varias fuentes de información bibliográfica e Internet. En el apartado “Post de biblioteca” te sugerimos algunas.

También podrían hacer entrevistas a profesores de química y biología, así como a médicos y nutriólogos que les puedan proporcionar información y explicar algunas cosas con más detalle. Por su parte, los alumnos de la Ciudad de México decidieron que para complementar su investigación harían una visita al museo Universum, específicamente a la sala “Salud, vida en equilibrio”, que se encuentra en el segundo piso y resulta útil para el tema de la alimentación.

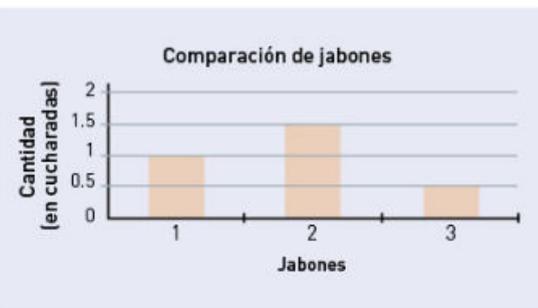


Figura 3.62 Gráfica en la que se compara la eficacia de distintos jabones.



Figura 3.63 En la actualidad, los jabones artesanales tienen una amplia demanda y en su elaboración se emplean flores, hierbas, especias, raíces, entre otros ingredientes.

**Fase 4: comunicar y evaluar el proyecto**

Los estudiantes de Pátzcuaro que hicieron un jabón con avena decidieron que la mejor manera de dar a conocer su proyecto era hacer un infomercial. Imaginaron que trataban de vender un jabón, por lo que mencionaron cómo funcionaba de una manera atractiva para que la gente lo comprara. Además incluyeron información sobre la química del jabón.

Grabaron un video de cinco minutos en el que explicaron cómo funciona el jabón y los beneficios que se obtienen al usarlo. Para filmar su infomercial, prepararon el siguiente guión:

Tiempo	Actores	Información
30 segundos	Juan y Pedro	Discuten que es muy importante mantenerse limpios para evitar enfermedades.
30 segundos	Juan, Pedro y Claudia	Aparece Claudia y pregunta cómo piensan ellos que funcionan los jabones. Deciden preguntar a la tía Luz Elena.
4 min	Juan, Pedro, Claudia y Luz Elena	La tía Luz Elena les explica las propiedades hidrofóbicas e hidrofílicas de cada molécula de jabón y les muestra el dibujo de una micela (figura 3.64). Al terminar la explicación les pregunta si alguna vez han hecho jabón y les muestra uno que ella tiene, al tiempo que resalta los beneficios del jabón preparado en casa.

**POST TECNOLÓGICO**

Para conocer el museo Universum, visita el sitio: <<http://www.redir.mx/SQAR193>>.

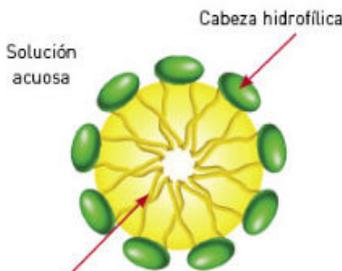


Figura 3.64. Modelo para representar una micela.

**GLOSARIO**

**Hidrofóbica:** sustancia que es inmisible en agua.  
**Hidrofílica:** sustancia que es miscible en agua.

Por otro lado, para el proyecto relacionado con los alimentos, a los estudiantes de la Ciudad de México se les ocurrió hacer una historieta en la que se explicara cómo funciona el metabolismo, cuál es la función de los diferentes alimentos y cómo tener una dieta balanceada para estar saludables. Hicieron sus dibujos en papel bond para que pudieran exponerse en la entrada de la escuela y todos los compañeros aprendieran sobre el tema.

Finalmente, la evaluación de su proyecto, cualquiera que éste sea, es siempre muy importante y depende de su producto final. En las lecciones anteriores han hecho autoevaluaciones que favorecen la reflexión sobre la manera en que han llevado a cabo el trabajo en equipo y sobre lo que han aprendido. Ahora les proponemos hacer una pequeña encuesta dirigida a los que escucharon o vieron su trabajo.

Aspecto	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	En desacuerdo
Las ideas presentadas en la exposición se entendieron claramente.			
Las gráficas y los dibujos ayudaron a entender mejor lo que se explicó.			
Los expositores sabían la exposición de memoria y no leyeron o usaron poco sus notas.			
Los expositores contestaron satisfactoriamente las preguntas de la audiencia.			

## Evaluación

### Tipo PISA

#### El pulque: bebida tradicional mexicana



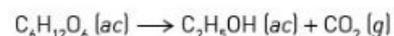
El aguamiel se obtiene 'raspando' las pencas del agave.

El pulque es una bebida tradicional mexicana que se obtiene de la fermentación del aguamiel, un líquido azucarado, que se extrae de diferentes especies de maguey. Es una bebida con bajo contenido de alcohol (4% aproximadamente) y se caracteriza por ser blanca, con olor fuerte y viscosa. Se prepara principalmente en la meseta central del país y se conoce con distintos nombres: *octli* en náhuatl, *juasei* en otomí y *tacamba* en purépecha (entre otros).

El proceso de fermentación del aguamiel se inicia en el maguey en el que se encuentran microorganismos como levaduras y bacterias de distintos tipos. Estos microorganismos transforman de manera natural parte de los azúcares disponibles en el aguamiel; sin embargo, el proceso se acelera al agregar un iniciador llamado semilla (una porción de pulque producido previamente). El tiempo de fermentación puede durar de 12 a 48 horas a una temperatura de 25 °C.

En el pulque se llevan cabo distintos tipos de fermentaciones. Entre los principales microorganismos que intervienen en la fermentación se cuentan el *Lactobacillus sp.* y el *Leuconostoc*, que son los que provocan la viscosidad, y la *Saccharomyces carbajali*, que es la levadura responsable de la fermentación alcohólica.

En la fermentación alcohólica los azúcares presentes en el aguamiel se transforman en alcohol y dióxido de carbono



A partir del pulque se obtienen diferentes grupos de bacterias y levaduras que generan efectos probióticos, por lo cual se sugieren diferentes usos medicinales para el pulque que están relacionados principalmente con el funcionamiento adecuado del sistema gastrointestinal.

Aunque la preparación de esta bebida se remonta a la época del imperio mexica en el que era consumido por los principales en ceremonias rituales y también tenía un uso medicinal, cada vez es más difícil encontrar sitios en los

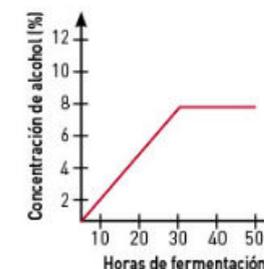
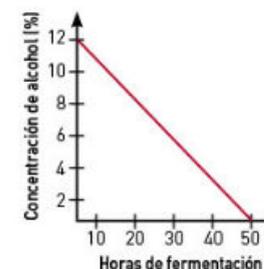
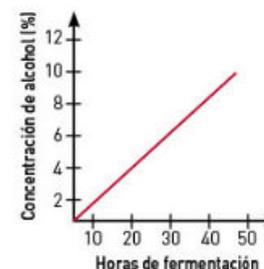
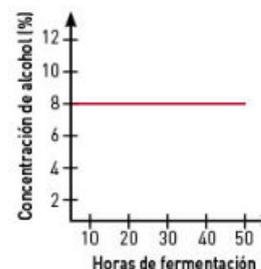
que se consuma cotidianamente. La valoración de las propiedades medicinales del pulque permitiría continuar con esta tradición que también forma parte de la identidad cultural de muchos mexicanos.

1. Explica por qué después de un tiempo el recipiente en el que está la mezcla de aguamiel presenta burbujas.
2. Macedonio quiere hacer un experimento para saber cuál es el efecto de la cantidad de semilla en la producción del pulque. Señala la opción en la que se indique cuáles de las siguientes mezclas tendría que usar Macedonio para saber el efecto de usar la semilla en la producción de pulque.

Mezcla A	500 mL de aguamiel más 50 mL de semilla
Mezcla B	100 mL de aguamiel más 10 mL de semilla
Mezcla C	500 mL de aguamiel más 10 mL de semilla
Mezcla D	500 mL de aguamiel

- a) La mezcla A y la mezcla B
- b) La mezcla A y la mezcla C
- c) La mezcla B y la mezcla D
- d) La mezcla C y la mezcla D

3. Aunque hay muchas maneras diferentes de hacer pulque, en todas ellas el aguamiel se pone en un recipiente y se deja reposar entre 12 y 48 horas. ¿Cuál de estas gráficas representa lo que ocurre con la concentración de alcohol conforme pasa el tiempo de fermentación?



4. Algunos investigadores sugieren que los sedimentos del pulque, también conocidos como *xaxtle*, pueden utilizarse en lugar de la levadura comercial usada para preparar el pan. Explica si esto es posible.
5. Decide cuál de las siguientes afirmaciones es correcta, marcando con una  el recuadro correspondiente.

Los átomos de carbono que hay en los azúcares del aguamiel se transforman durante la fermentación.	<input type="checkbox"/>
Si se ponen 30 kg de aguamiel a fermentar en un recipiente abierto, la masa de pulque que se obtiene será 30 kg.	<input type="checkbox"/>
Los átomos de carbono presentes en los azúcares del aguamiel son los mismos átomos de carbono en el alcohol y el dióxido de carbono.	<input type="checkbox"/>

## 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> <ul style="list-style-type: none"> <li>Propiedades y representación de ácidos y bases.</li> </ul>
<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> <ul style="list-style-type: none"> <li>Toma de decisiones relacionada con:                     <ul style="list-style-type: none"> <li>Importancia de una dieta correcta.</li> </ul> </li> </ul>
<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 óxido y de reducción</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Características y representaciones de las reacciones redox.</li> <li>Número de oxidación.</li> </ul>
<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>

### 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.

La formación de nuevas sustancias a partir de reacciones químicas es un fenómeno que los seres humanos hemos sabido emplear, en la mayoría de los casos, a nuestro favor. De la misma manera, hemos aprendido a usar no sólo las sustancias nuevas sino también la energía involucrada en el proceso de su formación, como el calor de la combustión o la electricidad en las pilas. Sin embargo, no todo es favorable en la formación de nuevas sustancias y en ocasiones hay procesos cuyo resultado puede ser perjudicial a la salud, al medio ambiente o, en general, para algún aspecto de nuestra vida. Para tener un mayor control sobre los beneficios o riesgos de las sustancias químicas y de la energía involucrada, es necesario conocer tanto las sustancias como los procesos por los cuales se forman o actúan. Por ello, en este bloque habrás de reflexionar sobre algunas cuestiones como:

- ¿Qué efectos tiene en nuestro organismo el consumo de sustancias ácidas y cómo contrarrestarlos?
- ¿De dónde proviene la energía de las pilas?
- ¿A qué se debe la corrosión de los metales?

# Importancia de los ácidos y las bases en la vida cotidiana y en la industria

## Lección 19. 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.

### INICIO

### MIS SABERES PREVIOS

María y Juan están en la cocina de su casa haciendo la tarea de Química, que consiste en probar al menos cinco ácidos diferentes. Su papá entra y cuando le cuentan sobre la tarea que debían hacer, el papá enojado dice: "Ese profesor suyo, ¡cómo se le ocurre!, dejar de tarea a los estudiantes comer cosas venenosas".

¿Qué piensas que María y Juan deben responderle? ¿Estás de acuerdo con el papá de María y Juan? Argumenta tu respuesta.



Figura 4.1 Ácidos y bases en lo cotidiano.

### DESARROLLO

Los ácidos y las bases son sustancias muy comunes a nuestro alrededor. Muchos de los alimentos, de los medicamentos y de los materiales que usamos para limpiar son sustancias ácidas o básicas (figura 4.1). Seguramente sabes que el jugo de limón y el vinagre son ácidos; que también encontramos ácido acetilsalicílico en algunos medicamentos y cuando tenemos acidez estomacal el médico nos recomienda un medicamento que contenga una base.

El ácido muriático que se usa en la limpieza de la casa, el ácido de las baterías de automóviles, el jugo de limón, el vinagre, el café, la clara de huevo, son ejemplos de ácidos. La leche de magnesia, los detergentes, los limpiadores de hornos y estufas, y el agua de mar son ejemplos de sustancias alcalinas o básicas.

Ya has estudiado a lo largo de todo este curso que una de las tareas más importantes de los científicos es clasificar los materiales. Una de las clasificaciones más antiguas es la que distingue entre sustancias ácidas o básicas.

Las características por las que distinguimos estas sustancias son:

Sustancias ácidas	Sustancias básicas
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sabor agrio o ácido</li> <li>• Cuando están disueltas en agua conducen la electricidad.</li> <li>• Cambian al color rojo al papel tornasol</li> <li>• Reaccionan con los metales por lo que son corrosivas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sabor amargo</li> <li>• Son "resbalosas" al tacto</li> <li>• Cuando están disueltas en agua conducen la electricidad.</li> <li>• Cambian a color azul al papel tornasol</li> <li>• Reaccionan con los metales por lo que son corrosivas</li> </ul>

En la Antigüedad la manera más común de distinguir entre sustancias ácidas y básicas era mediante el sentido del gusto. Sin embargo, desde entonces también se sabía que no era posible probar todas las sustancias de esa manera, por lo que se utilizaban métodos que no dependieran del gusto de las personas (figura 4.2). Por ello se usaron "indicadores" basados en extractos vegetales. Los indicadores son sustancias que cambian de colores diferentes en medio ácido y en medio básico. En nuestros días éste sigue siendo un método muy común.

Una de las maneras para distinguir entre ácidos y bases es observar cómo cambian el color del extracto de ciertos vegetales (figura 4.3).



Figura 4.2 En épocas remotas (1300 a. C.), los alquimistas utilizaban extractos de líquenes para impregnarlos en un medio poroso (como el papel filtro) y distinguir así ácidos de bases.



Figura 4.3 La col morada, como muchos otros vegetales, cambia de color al entrar en contacto con disoluciones ácidas y básicas, por lo que puede utilizarse como un indicador de pH.

### ACTIVIDAD EXPERIMENTAL

#### Indicadores en la huerta

**Propósito:** que los estudiantes fabriquen un indicador ácido-base utilizando vegetales.

**Materiales y reactivos por equipo de cuatro estudiantes:** tabla para cortar y un cuchillo, olla pequeña para calentar, parrilla u otro método de calentamiento

(mechero de Bunsen, tripié y tela de asbesto), mortero (o molcajete), goteros o frascos pequeños preferentemente de vidrio, vidrios de reloj o platos pequeños de cristal, agua, ácido clorhídrico diluido, lentejas de sodio disueltas en agua, porciones de algún vegetal muy colorido. Los que se muestran en la figura 4.5 son ejem-

plos útiles, pero tú puedes proponer algún otro dependiendo de lo que haya en tu comunidad.

**Precaución:** usen el cuchillo con mucho cuidado y bajo supervisión de su profesor, o utilicen sus manos para cortar el vegetal.

Asimismo, tengan cuidado con el manejo del agua caliente y del ácido clorhídrico y las lentes de hidróxido de sodio.

#### Procedimiento

1. Decidan cuál material usarán para fabricar su indicador. Cada uno de los equipos utilice un vegetal diferente para que puedan comparar sus indicadores.
2. Corten el vegetal escogido en pedazos muy pequeños, usen el cuchillo con **MUCHO** cuidado y bajo la **SUPERVISIÓN** de su profesor, o utilicen sus manos. Utilicen también el molcajete o mortero. Piensen que la parte que necesitan es la que tiene color por lo que es posible que tengan que hacer operaciones adicionales (por ejemplo, pelar las uvas, tratar de quitar solamente la cáscara de la manzana) para tener la mayor cantidad posible de vegetal útil para la experiencia.
3. Coloquen los pedazos de vegetal en agua hirviendo (aproximadamente una taza de agua).
4. Después de unos cuantos minutos, el agua debe haber adquirido el color del vegetal.
5. Dejen que se enfríe y vacíenla en uno de los goteros o frascos de vidrio.
6. Utilicen guantes y lentes de protección al poner un poco de la disolución de ácido clorhídrico y de hidróxido de sodio en cada uno de los vidrios de reloj o platos de vidrio. Coloquen los vidrios de reloj en una superficie blanca (una hoja de papel) para apreciar mejor los cambios de color (figura 4.4).



Figura 4.4

7. Añadan unas gotas de su indicador a cada una de las sustancias de referencia.

8. Anoten los resultados.

NOTA: Los indicadores funcionan mejor cuando están recién hechos. Si quieren extender un poco más su vida útil, procuren dejarlos en el refrigerador.

En su cuaderno, hagan un cuadro como el que sugerimos y anoten los resultados para el vegetal que utilizaron y también el resultado de todos los equipos.

Vegetal	Color en ácido	Color en base

#### Análisis de resultados y conclusiones

1. ¿Cuáles vegetales utilizados fueron buenos indicadores ácido-base? ¿Por qué?
2. ¿Encontraron algún patrón en los resultados que obtuvieron? Por ejemplo, todos los vegetales con coloración roja hacen que los ácidos tomen un color...
4. Piensen en otros vegetales que utilizar para hacer indicadores, señalen cuáles creen que sean mejores y por qué.

#### PARA SABER MÁS

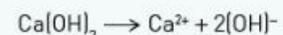
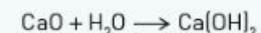
##### La química del proceso de nixtamalización: cocción alcalina

El maíz es el cereal más importante en la alimentación de los mexicanos y su domesticación fue un logro de los habitantes de Mesoamérica hace más de 3000 años. Sin embargo, se sabe menos del proceso de nixtamalización; por ejemplo, en él ocurren muchas reacciones químicas que producen cambios en el maíz y aumentan su valor nutricional.

La calidad del maíz se define por la calidad de las proteínas que contiene. En general, el contenido de proteína del maíz es cercano al 10% y su calidad se relaciona con la cantidad de aminoácidos esenciales que proporciona.

El proceso de nixtamalización comienza cuando se añade una disolución de cal (CaO) aproximadamente al 1% al maíz. Éste se calienta entre 50 y 90 minutos y después se deja remojando en la misma agua entre 14 y 18 horas. El agua sobrante, llamada *nejayote* en náhuatl, se tira y queda la masa de maíz nixtamalizado. Éste se utiliza no sólo para hacer tortillas, sino también tamales, totopos, pozol, panuchos, y muchos otros platillos de las cocinas regionales.

Las reacciones en el proceso de nixtamalización son las siguientes:



Al añadir cal al agua, ocurre una reacción que produce hidróxido de calcio, que a su vez se disocia en iones calcio y iones hidroxilo, lo que le da el carácter alcalino a la disolución.

Actualmente, y desde hace más de 50 años, se llevan a cabo trabajos de investigación para entender el efecto que el proceso de esta cocción tiene sobre la calidad nutritiva del maíz. Uno de los hallazgos más importantes es que la nixtamalización (particularmente la cocción alcalina) aumenta la disponibilidad de la mayoría de los ácidos esenciales del maíz y la cantidad de calcio biodisponible. De hecho el maíz nixtamalizado tiene hasta 30 veces más calcio que el grano crudo. Así, la tortilla en nuestro país proporciona más de la mitad del calcio ingerido per cápita en México y hasta 62% de los requerimientos de hierro.

El maíz nixtamalizado es un componente importante de nuestra alimentación, sin embargo, algunos estudios muestran que su consumo ha disminuido porque muchas personas prefieren consumir harina de trigo, pues piensan que ello es señal de un mejor estatus social. Si bien es necesario complementar la ingesta de maíz con otros alimentos como frijoles y chile para tener una alimentación más completa, no debemos dejar de consumir esos alimentos de la dieta tradicional mexicana que contribuyen a nuestra salud.

#### ¿Y por qué son ácidos o bases?

Sabemos entonces que los ácidos y las bases se distinguen por diferentes cualidades, pero los científicos, están buscando siempre explicar por qué las cosas funcionan de la manera en que lo hacen. Lavoisier, de quien ya hemos hablado en lecciones anteriores, fue el primero en intentar encontrar cuál era la "esencia" de los ácidos. Estaba seguro de que todos los ácidos tenían algo en común o una propiedad según la cual podrían clasificarse como ácidos. Propuso que ese algo en común era un gas al que nombró *oxígeno*, palabra que tiene su origen en el término griego *oxein genein*, que podríamos traducir como "formador de oxígeno". Sin embargo, Lavoisier estaba equivocado: algún tiempo después el químico alemán Justus von Liebig (1803-1873) fue el primero en proponer que la acidez de los ácidos más bien se relacionaba con la presencia de hidrógeno.

#### POST TECNOLÓGICO

Conoce más sobre la nixtamalización del maíz en la *Revista Ciencias* que se publica en línea en <<http://www.redir.mx/SQAR201a>>. O bien, revisa algunos trabajos de investigación que se llevan a cabo en el Cinvestav del IPN sobre la tecnología de la tortilla: <<http://www.redir.mx/SQAR201b>>.

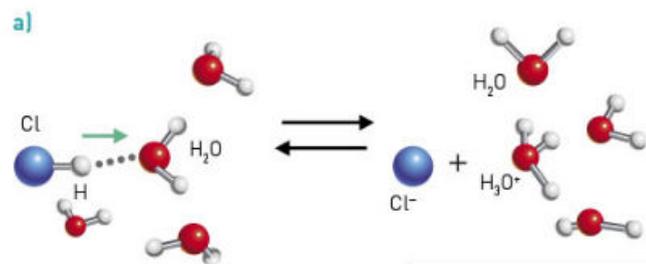


Figura 4.5 El químico sueco Svante Arrhenius propuso en 1890 una definición de ácidos y bases que seguimos utilizando hoy.

La capacidad de las bases y los ácidos de conducir la corriente eléctrica fue explicada por primera vez por el químico sueco Svante Arrhenius (1859-1927), quien propuso en 1896 la teoría de la disociación electrolítica, de acuerdo con la cual ciertas sustancias al ponerse en contacto con el agua forman iones positivos y negativos que son capaces de conducir la corriente eléctrica (figura 4.5).

De acuerdo con el modelo de ácidos y bases de Arrhenius, un ácido es cualquier sustancia que al disolverse en agua se ioniza, por lo que cede iones hidrógeno  $H^+$ , y una base es una sustancia que se ioniza al ceder iones hidroxilo,  $OH^-$ .

Algunos ejemplos de ionizaciones son (figura 4.6):



De acuerdo con el modelo de Arrhenius, lo que les da el carácter ácido o básico a las disoluciones es el tipo y cantidad de iones presentes en la disolución. Una disolución con una alta concentración de iones hidrógeno será una disolución ácida mientras que una disolución con una alta concentración de iones hidroxilo será una disolución básica.

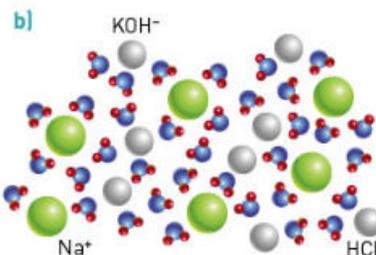


Figura 4.6 a) Cuando un ácido (HCl) se disuelve en agua se forman iones hidrógeno ( $H^+$ ), que interactúan con las moléculas de agua formando iones hidronio ( $H_3O^+$ ). b) Cuando una base se disuelve en agua se forman iones hidroxilo ( $OH^-$ ).

**POST TECNOLÓGICO**

En el siguiente vínculo hay una simulación de ácidos y bases que muestra cómo cambia el número de partículas al modificar el pH de una disolución.  
<http://www.redir.mx/SQAR202>.

**PARA SABER MÁS**

**Ácidos y bases en la vida cotidiana**

Los ácidos y las bases son sustancias muy comunes en la cocina, en el botiquín y en la industria.

**Ácido acético**

El vinagre que se utiliza como aderezo para las ensaladas o para preparar deliciosos escabeches es una disolución de aproximadamente 5% de ácido acético.

Los productos antisarro también suelen tener ácido acético entre sus componentes.

Cuando no está diluido se suele llamar *ácido acético glacial* y es un ácido muy corrosivo.

En la industria se utiliza en la fabricación del acetato de polivinilo, que es un componente de los pegamentos líquidos.

**Ácido sulfúrico**

El ácido sulfúrico es el ácido más relevante en la industria química. Su uso incluye la producción de fertilizantes, refinación del petróleo, y síntesis de muchos productos químicos.

El ácido sulfúrico forma parte de los jugos gástricos de nuestro estómago, es un ácido muy corrosivo, y además tiene características deshidratantes, por lo que su contacto con la piel es muy peligroso.

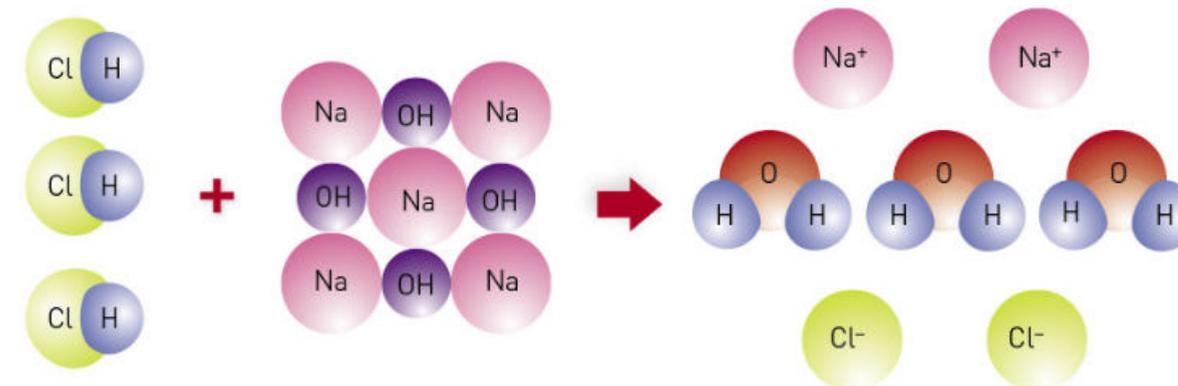
Los alquimistas europeos de la Edad Media llamaban *aceite de vitriol* al ácido sulfúrico.

**Reacciones entre ácidos y bases**

Los ácidos y las bases reaccionan entre sí y neutralizan las propiedades de la otra sustancia. Por ejemplo, si el ácido clorhídrico reacciona con el hidróxido de sodio se forma cloruro de sodio y agua. Ninguno de los dos productos se considera un ácido o una base de acuerdo con el modelo de Arrhenius.



Microscópicamente, se representa la reacción de la siguiente manera:

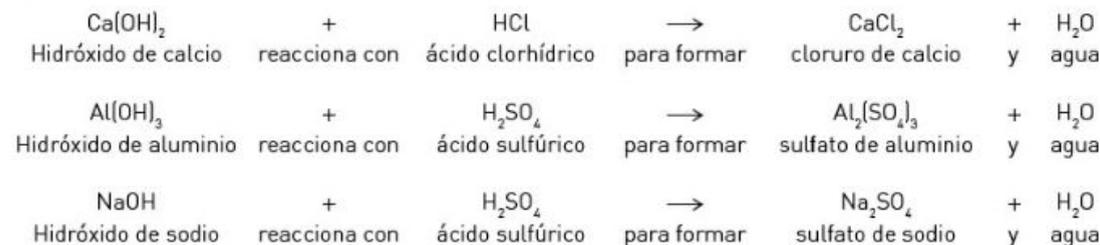


Como habrás notado, en el producto de esta reacción ya no están presentes los iones hidrógeno ( $H^+$ ) ni los iones hidroxilo ( $OH^-$ ), que son los que dan las características de acidez y basicidad a los materiales. Si evaporáramos toda el agua de los productos de reacción tendríamos al final cloruro de sodio (o sal común).

En las reacciones ácido base en disolución acuosa se forma una sal y agua.

$$\text{ÁCIDO} + \text{BASE} \rightarrow \text{SAL} + \text{AGUA}$$

Otros ejemplos de reacciones ácido-base en los que se forma una sal y agua son:



## ACTIVIDAD

### Disociaciones y reacciones

**Propósito:** que los estudiantes resuelvan ejercicios de disociación y reacciones ácido-base.

Utiliza lo que has aprendido hasta ahora para representar utilizando la simbología química los procesos que se mencionan a continuación.

1. El ácido sulfhídrico  $H_2S$  se disuelve en agua formando iones hidrógeno,  $H^+$  y iones sulfuro,  $S^{2-}$ .
2. El hidróxido de bario  $Ba(OH)_2$  reacciona con ácido clorhídrico (para formar cloruro de magnesio y agua).
3. El hidróxido de calcio  $Ca(OH)_2$  se disuelve en agua formando iones calcio y iones hidroxilo.
4. El hidróxido de sodio  $(NaOH)$  reacciona con ácido fluorhídrico  $(HF)$  y se forma... (te corresponde completar los productos de la reacción).

pH = 0	Ácido muriático
pH = 1	Ácido de batería
pH = 2	Jugo de limón. Refresco de cola
pH = 3	Jugo de toronja
pH = 4	Refresco de limón. Cerveza
pH = 5	Café
pH = 6	Orina. Leche. Yema de huevo
pH = 7	Sangre. Agua potable
pH = 8	Agua de mar
pH = 9	Bicarbonato de sodio
pH = 10	Jabón
pH = 11	Leche de magnesia
pH = 12	Destapacaños. Agua jabonosa
pH = 13	Limpiador de hornos. Cal
pH = 14	Hidróxido de sodio

Figura 4.7 La variación en el pH indica de manera aproximada la acidez o alcalinidad de las sustancias.

### El pH como medida de la acidez

Como ya hemos visto en otras lecciones, la posibilidad de cuantificar, o medir, es muy importante para la química. Con lo que has revisado hasta ahora puedes decir si una sustancia es ácida o básica utilizando indicadores cualitativos: el sabor, el tacto, su reacción con un indicador vegetal, o bien por medio de su fórmula química. Sin embargo, la acidez también se mide y esto resulta muy importante para comparar distintas sustancias. Seguramente sabrás que es más ácida el agua de batería (que de hecho se considera un veneno) o el ácido muriático que el jugo de limón o el café, que son ácidos que puedes consumir.

Para medir la acidez, en 1919, el químico danés Soren Sorensen (1868-1939) propuso que se cuantificaran los iones hidrógeno  $H^+$  para conocer qué tan ácido era un material. Esta medida se conoce como *pH*. Una disolución con  $pH = 1$  tiene una concentración elevada de iones hidrógeno, mientras que una con  $pH = 14$  tiene una baja concentración de iones hidrógeno. En la figura 4.7 se muestra el pH de distintos materiales comunes.

La manera más común de medir el pH es un pHmetro en el que mediante un electrodo se detecta la cantidad de iones presentes en una disolución. También se determina (aunque con menos precisión) utilizando tiras de papel que han sido impregnadas con indicadores y que han sido calibradas utilizando disoluciones que tienen cantidades conocidas de iones hidrógeno (figura 4.8).



Figura 4.8 Distintos medios para medir el pH.

## ACTIVIDAD EXPERIMENTAL

### Reacciones de neutralización

**Propósito:** que los estudiantes experimenten con diferentes sustancias de uso común.

Uno de los problemas importantes de contaminación en ríos y lagos es que muchos efluentes industriales con pH ácido son vertidos sin ningún tratamiento previo. En esta actividad investigarás la cantidad de sustancia alcalina que se requiere para "neutralizar" una disolución ácida.

**Material por equipo de tres personas:** tres vasos de precipitados, ácido acético (vinagre casero), disolución de carbonato de calcio (cal viva), ácido muriático diluido (tres porciones de agua por una de ácido), indicador ácido-base como el que preparaste en la primera actividad, probeta o medidor de volumen para líquidos (servirá una cuchara medidora que ya no se utilice o un vaso dosificador de jarabe), papel pH (si es posible), tres vasos de precipitado de 100 mL o tres recipientes de vidrio pequeños

### Procedimiento

1. Midan 10 mL de ácido acético y colóquenlos en uno de los vasos.

2. Añadan unas gotas de indicador y midan el pH.
3. Añadan poco a poco (1 mL) disolución de carbonato de calcio.
4. Anoten el volumen necesario para que se genere una disolución de pH neutra (recuerden el color del indicador con materiales de  $pH = 7$ ).
5. Repitan el procedimiento con ácido muriático diluido.

### Análisis de resultados y conclusiones

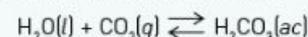
1. Comparen la cantidad de carbonato de calcio que se requirió en cada caso para neutralizar la disolución de ácido.
  - ¿A qué creen que se deba esto?
2. Escriban las reacciones que se llevan a cabo en cada caso.
3. Investiguen algunas de las consecuencias de verter efluentes ácidos a lagos y ríos.
4. ¿Por qué piensan que se usa comúnmente el carbonato de calcio para tratar efluentes industriales?

Pueden extender esta investigación y utilizar otros ácidos y otras bases, ya sean de uso cotidiano o accesibles en el laboratorio de su escuela.

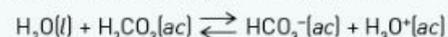
## PARA SABER MÁS

### Lluvia ácida

El agua de la lluvia es naturalmente ácida y su pH es cercano a 5.7. Cuando la lluvia tiene un pH menor a éste decimos que se trata de lluvia ácida. La lluvia adquiere un pH ácido debido al dióxido de carbono que se encuentra en la atmósfera, ya que éste al reaccionar con agua forma ácido carbónico. Veamos esta reacción:



Posteriormente, el ácido carbónico se ioniza en agua generando iones hidronio y iones carbonato:



Si bien el fenómeno de la lluvia ácida ya había sido advertido por los científicos desde el siglo XVII y en 1852 ya se había establecido una relación entre la lluvia ácida y la contaminación ambiental, no fue sino hasta la década de 1970 que se prestó atención a este hecho. El uso de combustibles fósiles, la generación de electricidad y el uso de automóviles, entre otros, generan dióxido de azufre  $(SO_2)$  y óxidos de nitrógeno  $(NO_2)$  que al reaccionar con el agua

de la lluvia generan disoluciones acuosas que contienen un pH inferior a 3.

Una lluvia con pH ácido es dañina para el ambiente, puesto que acidifica ríos y lagos (lo que modifica las condiciones de vida para los organismos acuáticos), el suelo (lo cual puede tener consecuencias para los cultivos) y también genera corrosión en estructuras metálicas y deteriora de manera importante materiales como el mármol, del que están hechos muchos monumentos (figura 4.9).

Es indispensable disminuir la cantidad de óxidos de nitrógeno y de azufre que se liberan en la atmósfera para detener el fenómeno de la lluvia ácida. Los convertidores catalíticos en los automóviles son una primera medida importante para ello, pero también es muy relevante tener un programa de vigilancia con las industrias para evitar que lancen gases contaminantes a la atmósfera.

Figura 4.9 El carbonato de calcio de las estatuas reacciona con el ácido nítrico en la lluvia generando dióxido de carbono, por lo que las estatuas terminan por deteriorarse completamente.



## POST TECNOLÓGICO

Si te interesa saber más sobre la lluvia ácida e incluso hacer algunas actividades divertidas, consulta:

<<http://www.redir.mx/SQAR206a>>

<<http://www.redir.mx/SQAR206b>>

Figura 4.10 a) Muchos de los alimentos que consumimos diariamente tienen un pH ácido; b) El pH del suelo determina el color de estas plantas, que puede cambiar entre rosa y azul.



## CIERRE

La clasificación de las sustancias como ácidos y bases es una de las más antiguas que se conocen. Ambas sustancias conducen la electricidad y suelen reaccionar con metales. Sin embargo, tienen propiedades químicas diferentes debido a su composición.

Con el modelo de Arrhenius se explican estas diferencias en las propiedades y se reconoce qué es lo que ocurre en una reacción de neutralización. Los ácidos y las bases están presentes en muchísimas actividades cotidianas (figura 4.10) y utilizamos el pH para medir la acidez.

## ¿CÓMO AVANCÉ EN MIS CONOCIMIENTOS?

1. ¿Recuerdas al papá de Juan y María, que se quejó del maestro de Química? Responde ahora si piensas que los ácidos son peligrosos y que la tarea que les dejó a Juan y a María era inadecuada. Cuando termines, revisa la explicación inicial y nota qué es lo que cambió.
2. Investiga en tu comunidad cuáles actividades involucran a los ácidos y las bases. Se trata de que hagas una exploración con un *ojo químico*, tratando de identificar estas sustancias y las actividades en las que están involucradas. Una vez que las hayas identificado, haz un reporte para el resto de tus compañeros; una opción es, por ejemplo, entrevistar a las personas que trabajan en ese lugar y preguntarles si saben qué son los ácidos y las bases, o utilizar el indicador que preparaste en esta lección y ver si los materiales que utilizan son ácidos y bases. Te damos algunas ideas de actividades comunes que involucran ácidos y bases para que tú las busques, pero con tu *ojo químico* seguramente encuentras más por ahí:
  - Si en tu comunidad tejen lana o algodón, asómate a los lugares para ver cómo tiñen las telas. Los ácidos tienen un papel fundamental en la manera en que se "fijan" los colores.
  - Si hay una tienda de mascotas, investiga cuál es la relevancia del pH en el mantenimiento de los acuarios.
  - Los campesinos ponen cal a los árboles y al suelo para tener mejores condiciones, puedes investigar por qué.
  - Si vives cerca de un deportivo, investiga la importancia del pH para el mantenimiento de las albercas.
  - Los pasteleros utilizan cremor tártaro y bicarbonato de sodio para que los pasteles esponjen y queden suavecitos. Investiga cómo funciona.
  - En el proceso de nixtamalización se añade cal al maíz. Investiga qué es lo que ocurre con la cal.

## ¿Por qué evitar el consumo frecuente de los "alimentos ácidos"?

### Lección 20. Toma de decisiones relacionadas con: importancia de una dieta correcta

**APRENDIZAJES ESPERADOS:** Identifica la acidez de algunos alimentos o de aquellos que la provocan. • Identifica las propiedades de las sustancias que neutralizan la acidez estomacal. • Analiza los riesgos a la salud 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.

## INICIO

### MIS SABERES PREVIOS

Contesta en tu cuaderno las siguientes preguntas:

1. ¿Qué entiendes por el término *acidez estomacal*?
2. De los siguientes alimentos, ¿cuáles crees que te podrían producir acidez en el estómago y por qué?



3. ¿Cómo se controla la acidez estomacal?
4. ¿Cuáles son las consecuencias de la acidez estomacal?

## DESARROLLO

Probablemente algún miembro de tu familia tenga problemas de gastritis, reflujo o úlcera péptica, y cuando coma algún irritante (salsas, café, refresco, comida grasosa, etcétera) le duela el estómago y diga: "Me duele el estómago, tengo acidez...". ¿A qué crees que se refiera con "tener acidez" y qué es la gastritis y el reflujo?

Para responder las preguntas, hay que recordar cómo se procesan los alimentos en nuestro cuerpo: el primer paso en el proceso digestivo humano se produce en la boca y consiste en la trituration de los alimentos por los dientes y la exposición de la comida a las enzimas digestivas en la saliva. Posteriormente, el alimento pasa a través del esófago hasta el estómago. La comida es transportada hasta el estómago gracias a la acción de contracciones musculares involuntarias llamadas *movimientos peristálticos*.



**Figura 4.11** El jugo gástrico está constituido básicamente por agua, ácido clorhídrico, algunas sales como cloruros de sodio y potasio, **enzimas** y moco protector. Se calcula que un estómago adulto produce hasta dos litros de ácido clorhídrico al día.

### GLOSARIO

**Enzimas:** son proteínas que funcionan como catalizadores biológicos, es decir, aumentan la velocidad de las reacciones propias del metabolismo. Por ejemplo, sin las enzimas presentes en el tubo digestivo llevaría cerca de 50 años digerir una sola comida en las condiciones de temperatura y pH presentes.

**Figura 4.12** El esfínter gastroesofágico es una especie de "válvula" de fibras musculares que impide que el alimento regrese del estómago hacia la boca.

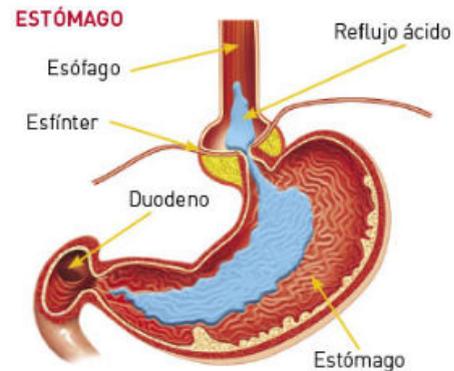


**Figura 4.13** Cuando la afectación a la mucosa del estómago es severa, se forma una lesión llamada *úlcer péptica*. Los síntomas de la *úlcer péptica* son similares a los de la gastritis más la posible aparición de sangrado en las heces.

Una vez que la comida está en el estómago, los movimientos peristálticos también contribuyen a reducir el tamaño de los alimentos en trozos más pequeños para facilitar la acción de las sustancias secretadas en el estómago. El interior del estómago es ácido, con un pH alrededor de 1.5, que es debido al bajo pH del jugo gástrico (**figura 4.11**). La principal función de este ácido, además de ayudar a descomponer los alimentos, es crear las condiciones para que la comida reaccione con las diversas enzimas también presentes en el estómago y que son las que procesan los alimentos y extraen los nutrientes que serán absorbidos en el estómago e intestino delgado.

### POST TECNOLÓGICO

Para ver una explicación más completa de cómo funciona el aparato digestivo visita el siguiente enlace:  
<<http://www.redir.mx/SQAR208>>



Como podemos ver, el ambiente ácido del estómago no sólo es normal, sino hasta necesario para que los nutrientes de los alimentos sean absorbidos. Entonces, ¿cuándo la acidez estomacal se vuelve un problema? El primer problema derivado de la acidez del estómago, se presenta con el llamado *reflujo gastroesofágico*, que se da cuando el ácido del estómago regresa al esófago por algún problema con el esfínter gastroesofágico (**figura 4.12**). Debido a que ni el esófago, ni la faringe y ni la boca producen el moco protector contra el ácido gástrico, cuando éste regresa por estas vías, las quema levemente. Sin embargo, cuando el reflujo es constante, toda la zona del estómago permanece irritada, lo que genera varios síntomas muy molestos para quienes los padecen: agruras, tos, falta de aire y dificultad al tragar son los más comunes. Hay otros factores que contribuyen a que el padecimiento aumente, entre ellos: el aumento de la presión abdominal (debido al sobrepeso, por ejemplo), ingerir algunos medicamentos, el tabaco y, sobre todo, consumir sustancias irritantes (como el café o el alcohol).

Otro de los problemas comunes relacionado con la acidez estomacal, es la gastritis. La gastritis es la afectación e inflamación de la mucosa del estómago (**figura 4.13**). Aunque hoy se sabe que la causa principal de este padecimiento es una bacteria llamada *Helicobacter pylori*, otros factores como el estrés, el abuso en el consumo de analgésicos y, sobre todo, los malos hábitos alimentarios también contribuyen a originarla. Entre los síntomas de la gastritis están los siguientes: dolor en la parte superior del estómago, náuseas, mareos, indigestión y en algunos casos pérdida del apetito.

En México, según algunos estudios de la Secretaría de Salud, se calcula que alrededor del 70% de la población mexicana presenta alguno de estos padecimientos (principalmente gastritis), que son agravados por la ingesta de alimentos irritantes.

### ACTIVIDAD

**¿Quiénes tienen acidez?**

**Propósito:** que el estudiante reconozca los posibles problemas de acidez en su comunidad.

1. Trabaja en equipo de tres personas.
2. Diseñen una encuesta con más de cinco preguntas para entrevistar a miembros de su comunidad (familiares, amigos, vecinos, etc.) y averiguar si tienen acidez estomacal y cuáles son las posibles causas y remedios.

3. Una vez diseñado el cuestionario, cada miembro del equipo entreviste a por lo menos 10 personas y elaboren una estadística con los datos que obtuvieron. Para ello, consideren, por ejemplo: rango de edades, sexo, hábitos alimentarios, tipo de padecimiento, síntomas, etcétera.
4. Hagan un cartel que incluya datos, gráficas y conclusiones de su investigación, y compártanlo con sus compañeros de grupo.

### PARA SABER MÁS

Aunque ya hemos visto que el abuso en el consumo de alimentos muy ácidos es perjudicial para el organismo, también es verdad, por otra parte, que se necesitan algunos ácidos para la conservación de los alimentos. Desde la antigüedad se han usado sustancias acidificantes

como el vinagre y otros ácidos orgánicos para conservar alimentos.

Algunas de las sustancias ácidas que sirven para conservar alimentos debido a que inhiben el crecimiento de hongos, levaduras y bacterias son:

Tipo de ácido	Características
Acético (vinagre)	Sirve como inhibidor del crecimiento de hongos, levaduras, bacterias y mohos. Es uno de los principales componentes de salsas picantes, aderezos, encurtidos, conservas saladas y fermentadas, y salmueras.
Benzoico	Este ácido y sus sales (benzoatos) son de los principales agentes conservantes de la industria alimentaria por ser antimicrobianos. De manera natural, se encuentra en la canela, el clavo, la ciruela y algunas otras frutas.
Cítrico	Es uno de los principales aditivos en la industria alimentaria no sólo porque es agente antimicrobiano, sino también porque contribuye a mejorar el aspecto y la textura de algunos alimentos.
Propiónico	Es utilizado, sobre todo, para inhibir el crecimiento de hongos en quesos, frutas secas y productos de panadería.
Sórbico	Reduce el crecimiento de levaduras y mohos en salmueras; por ejemplo, los quesos, las frutas secas, panes, encurtidos como las aceitunas, chiles y pepinillos.
P-hidroxibenzoico	Los parabenos son compuestos derivados de este ácido y se utilizan contra el crecimiento de hongos y levaduras y algunas bacterias como la que causa la salmonelosis. Su uso es principalmente en cremas, pastas, jarabes y algunas bebidas.

### ¿Qué hacer para combatir la acidez?

Una de las maneras más comunes de combatir la acidez estomacal es la ingestión de medicamentos llamados *antiácidos*. Estos medicamentos antiácidos son sustancias básicas que reaccionan con el ácido clorhídrico que forma parte de los jugos gástricos y neutraliza al ácido, puesto que la disolución que se forma como producto de la reacción es neutra.

Los antiácidos más antiguos y conocidos son el bicarbonato de sodio (**figura 4.14**), el carbonato cálcico (CaCO<sub>3</sub>), el hidróxido de magnesio o "leche de magnesia"



**Figura 4.14** En las pastillas contra la acidez, el bicarbonato de sodio (NaHCO<sub>3</sub>) reduce la acidez del estómago y el ácido acetilsalicílico reduce los síntomas como la inflamación y el dolor.



Figura 4.15 El hidróxido de aluminio  $[Al(OH)_3]$  es un antiácido, que no genera eructos porque la reacción de neutralización con el ácido clorhídrico no produce  $CO_2$ .

$[Mg(OH)_2]$  o aluminio (figura 4.15) y el carbonato de dihidroxialuminio y sodio  $[NaAl(OH)_2CO_3]$ . Regularmente se toman en tabletas, en polvo o en pastillas efervescentes. Algunas reacciones de neutralización de antiácidos son:



Desafortunadamente, el uso de un antiácido indica que se tienen problemas en el estómago, lo que puede derivar en una enfermedad crónica como la gastritis o la úlcera, que no son fáciles de curar. Eso sin mencionar los efectos secundarios que conlleva el uso indiscriminado de estos medicamentos (figura 4.16). Por esta razón, lo mejor será siempre evitar consumir estos medicamentos y, para ello, lo que debemos hacer es prevenir la acidez estomacal y tener hábitos alimentarios saludables.

Tener hábitos alimentarios saludables implica:

- Comer con un horario establecido y no dejar pasar muchas horas entre una comida y otra (no saltarse comidas).
- Beber suficiente agua simple potable durante el día, para llevarse a cabo una buena digestión.
- No comer demasiado antes de dormir: es recomendable dejar pasar un par de horas después de ingerir la cena.
- Masticar adecuadamente los alimentos: muchas personas no mastican lo suficiente y se tragan pedazos de alimento casi completos, lo que dificulta su digestión.
- Tener una dieta balanceada de acuerdo con el “Plato del Bien Comer”, pero sobre todo, disminuir el consumo (o incluso no consumir) de alimentos irritantes (aquellos con pH menor a 4) como bebidas alcohólicas, refrescos y salsas picantes (figura 4.17).

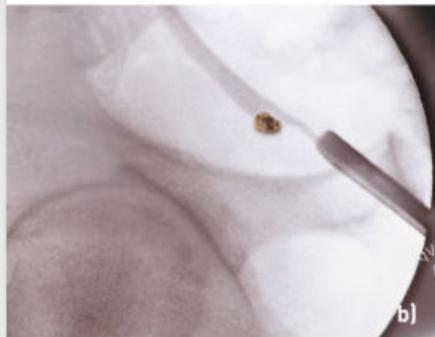


Figura 4.16 a) El abuso de carbonato de calcio puede derivar en un funcionamiento defectuoso de los riñones y la formación de cálculos renales. b) Imagen de rayos X de un cálculo renal (comúnmente se conocen como *pedras en el riñón*).

pH	ALIMENTO
9	Té verde
8	Huevo
7	Agua simple potable
6	La mayoría de los granos
5	Pan blanco, cebollas, zanahorias, cerveza
4	Mayonesa, café
3	Gelatina, jugo de manzana
2	Refresco, vinagre, Chile

Figura 4.17 pH de algunos alimentos.

## ACTIVIDAD EXPERIMENTAL

### Para conocer mis alimentos

**Propósito:** que el estudiante identifique la acidez o basicidad de algunos alimentos.

**Material por equipo:** jeringa de 5 mL sin la aguja, varios recipientes de plástico pequeños (para gelatina, los más pequeños), 4 mL de los siguientes productos: jugo de limón, refresco transparente, jugo de jitomate, leche, jugo de naranja, cualquier otro alimento que quieras probar de los que consumes regularmente (es importante que no sea muy colorido o no se observará el cambio), y los materiales necesarios para preparar un indicador de col morada (ver actividad: “Indicadores en la huerta” de la página 199).

NOTA: en esta actividad se obtendrán resultados más claros si se cuenta con papel pH.

### Procedimiento

1. Preparan un indicador con col morada, según el mismo procedimiento de la lección anterior.
2. Cuando tengan el patrón, para comparar la acidez de los alimentos que te proponemos y otros que se les ocurran, agreguen unas gotas del indicador.

### Análisis de resultados y conclusiones

1. Observa el cambio de color del indicador y clasifica las sustancias como ácidas o básicas.
2. ¿A qué tipo de sustancias (ácidas o básicas) corresponden la mayoría de los alimentos que consumes?

## PARA SABER MÁS

### Los refrescos: ácidos y azucarados...

Se estima que en promedio, cada mexicano consume alrededor de 160 litros de refresco por año, mientras que el promedio mundial es de sólo 77 litros... ¿por qué nosotros tomamos tanto refresco si es tan malo? (figura 4.18).

En primer lugar porque nos aporta energía. Dependiendo de la marca de refresco, una lata (360 mL) contiene desde 8 hasta 56 gramos de azúcar, lo que nos proporciona una gran cantidad de energía: un promedio de 150 kilocalorías, es decir, la energía necesaria para que una persona adulta camine más de 1.5 km. El problema es que la mayoría de las personas ¡no camina ni medio kilómetro al día y se toma más de una lata de refresco!... ¿qué sucede entonces con tanta azúcar ingerida? Pues contribuye a la obesidad y ésta a su vez, a que se desarrolle una enfermedad llamada *diabetes*, cuyas consecuencias son a la larga: insuficiencia renal, cataratas en los ojos y endurecimiento de las arterias, lo que puede causar un infarto.

En segundo lugar, porque aparentemente “sabe bien”, y esto no sólo es porque es dulce, sino también porque tiene disueltos ácido cítrico, ácido fosfórico y ácido carbónico. Este último es el causante del burbujeo típico de



Figura 4.18 Los refrescos de cola contienen cafeína, por lo que su consumo resulta estimulante, pero adictivo.

los refrescos que a muchas personas les parece agradable. El problema es que ese ácido disuelto hace que los refrescos tengan un pH de entre 2.5 y 3.5, lo que puede originar problemas de acidez, sobre todo cuando se toma en ayunas o cuando se abusa de su consumo.

Como vemos, tomar refresco no es nada bueno y menos aún si nos damos cuenta de que en realidad no quita la sed, como dicen algunos estudios. Por supuesto que lo mejor para hidratarnos y estar sanos siempre será el consumo de agua simple potable.

### POST TECNOLÓGICO

Si quieres saber un poco más sobre los refrescos, escucha el programa “Refrescos y bebidas saborizadas” [Revista del Consumidor Radio Expres #20], en la siguiente liga:  
<http://www.redir.mx/SQAR211>



Figura 4.19 "Jarra del Buen Beber"

Una medida sencilla y muy eficaz para combatir la acidez estomacal es tomar suficiente agua simple potable durante el día y hacer caso a la "Jarra del Buen Beber", que ya estudiaste en el curso de Ciencias I (figura 4.19), pues eso ayudará a diluir el ácido que se genere en el estómago y, en general, contribuye a una buena digestión.

Sin embargo, respecto a la cantidad de agua que debemos consumir durante el día, es importante considerar que ésta depende de varios factores: del peso y edad de cada persona, de la actividad que se lleve a cabo y de las condiciones medioambientales en las que se viva; es decir, si estás haciendo ejercicio a pleno rayo de sol, seguramente requerirás ingerir mucho más líquido que si te encuentras descansando en tu cama en un día invernal. Sin embargo, independientemente de estos factores, en general, es posible decir que la ingesta de dos litros (ocho vasos) de agua es recomendable para cada persona, aunque esto no significa que literalmente hay que "beber" estos dos litros, ¿como nos lo han hecho creer algunas empresas dedicadas a la venta de agua potable embotellada!

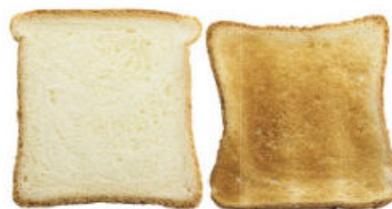
¿Qué queremos decir con esto?, ¿es malo ingerir dos litros de agua? No, lo que queremos decir es que esta cantidad de agua que indiscutiblemente es necesaria, debe incluir toda el agua que ingerimos al consumir los alimentos. Todos los productos que consumimos: carnes, frutas, pastas, verduras y hasta el pan (figura 4.20) contienen agua y algunos una considerable cantidad (cuadro 4.1), por eso hay que incluirlos en nuestra cuenta diaria de los dos litros.

Cuadro 4.1 Cantidad de agua en algunos alimentos

Alimento	Masa del alimento (g)	Masa del agua que contiene (g)	% de agua
<b>FRUTAS</b>			
Fresas	149	136	92
Sandía	160	146	92
Durazno	87	76	88
Naranja	140	122	87
Piña	155	135	87
Manzana	138	116	84
Uvas	92	75	81
Plátano	114	85	74
<b>VERDURAS</b>			
Lechuga	20	19	96
Apio	40	38	95
Jitomate	123	115	94
Pimientos	50	46	92
Espinaca	28	26	92
Brócoli	44	40	91
Zanahoria	72	63	87
Papa	112	88	79
<b>CARNES</b>			
Pollo	210	160	76
Jamón	12	9	75
Cerdo	45	33	73



a)



b)

Figura 4.20 La cantidad de agua que contienen los alimentos influye tanto en su sabor como en su consistencia: a) la pasta de los espaguetis cambia después de ser hervidos no sólo por el calor, sino porque han absorbido agua, y b) una diferencia entre una rebanada de pan común y de pan tostado es la pérdida de agua después del calentamiento.

Alimento	Masa del alimento (g)	Masa del agua que contiene (g)	% de agua
Res	149	107	72
Pulpo	800	552	69
Atún	80	47	59
Salchicha	12	6	50
Sardina	90	42	47
Tocino	20	9	45
<b>CEREALES Y SEMILLAS</b>			
Pan de caja	70	27	39
Almendra	10	0.5	5
Palomitas	5	0.2	4
Nuez	10	0.2	2
Cacahuete	15	0.2	1



Figura 4.21 En el caso de los ancianos se debe poner particular atención al consumo de agua, debido a que con la edad es frecuente la deshidratación.

Como se muestra en el cuadro, hay alimentos que prácticamente son 90% agua, líquido que debemos considerar cuando hablamos de los dos litros necesarios. Además, a esta suma debemos agregarle el agua del caldo de la sopa, de la leche o del té que se ingiera durante el día. Con todo lo anterior queremos resaltar que no hay mejor medida para tomar agua que la que el propio cuerpo nos señale; es decir, tomar agua suficiente cada vez que tengamos sed (figura 4.21), hagamos ejercicio o estemos expuestos a altas temperaturas. Definitivamente tomar agua es vital, pero tomar agua de más sólo porque los anuncios publicitarios lo indican, no conlleva ningún bien a nuestra salud.

#### PARA SABER MÁS

La cantidad de agua que ingerimos es un asunto importante, pues una carencia de ella altera todo nuestro organismo: desde tener una mala digestión o acidez estomacal, hasta algo mucho más grave como la *deshidratación*, cuyos síntomas en las primeras etapas van desde dolor de cabeza, mareo y desvanecimientos, hasta delirios, inconsciencia o incluso la muerte, si la persona no es atendida.

Sin embargo, un exceso de agua (más de 7.5 litros de agua al día a razón de 1.5 litros por cada hora), tampoco es adecuado, pues se puede producir el síndrome conocido como *hiperhidratación* o *intoxicación por agua*, que propicia una disminución del sodio en la sangre y trae graves consecuencias para el organismo como edemas cerebrales, un coma o la muerte.

#### CIERRE

Como hemos aprendido en esta lección, hay una problemática real entre la población relacionada con la acidez estomacal que va desde un malestar pasajero por comer algo muy irritante, hasta enfermedades crónicas como la gastritis o la úlcera péptica. Aunque algunas sustancias químicas básicas (antiácidos) son útiles para combatir estos padecimientos, lo mejor es prevenirlos teniendo buenos hábitos alimentarios, como una dieta sin abuso de irritantes y suficiente consumo de agua simple potable.

#### ¿CÓMO AVANCÉ EN MIS CONOCIMIENTOS?

1. Regresa a la actividad de inicio (página 207) y contesta nuevamente las preguntas, ¿hubo algún cambio? ¿qué diferencias encuentras en tus respuestas?
2. De acuerdo con lo que has aprendido en esta lección, ¿qué medidas de alimentación crees que se podrían tomar para disminuir la acidez estomacal y sus efectos?

# Importancia de las reacciones de óxido y de reducción

## Lección 21. Características y representación de las reacciones redox Número de oxidación

**APRENDIZAJES ESPERADOS:** Identifica el cambio químico en algunos ejemplos de reacciones de óxido-reducción en actividades experimentales y en su entorno.

- Relaciona el número de oxidación de algunos elementos con su ubicación en la Tabla periódica.
- Analiza los procesos de transferencia de electrones en algunas reacciones sencillas de óxido-reducción en la vida diaria y en la industria.

### INICIO

### MIS SABERES PREVIOS

Observa las imágenes y contesta las preguntas en tu cuaderno.



1. ¿Qué es lo que le ha sucedido a los materiales?
2. ¿Qué tipo de cambio es?
3. ¿Qué entiendes cuando las personas dicen: "Esa ventana está oxidada"?  
¿Qué le ocurre a la ventana?

### DESARROLLO

Alguna vez te has preguntado ¿cómo funciona la pila de tu radio o la batería de un coche?, ¿qué es lo que hay dentro de ellas que genera energía? Bueno, pues tanto el funcionamiento de las pilas como la corrosión de los metales (como la de las fotografías de la actividad anterior) se deben a un tipo de reacciones químicas llamadas de *óxido-reducción* o *redox* y son estudiadas por una parte de la química conocida como *electroquímica*.

Hoy, la electroquímica es una disciplina muy importante por su gran variedad de aplicaciones; por ejemplo, en la metalurgia, se obtiene una gran parte de los metales contenidos en los minerales mediante procesos electroquímicos: el hierro es obtenido de la reducción de minerales que tienen óxido de hierro, como la hematita ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), la siderita ( $\text{FeCO}_3$ ) y la piritita ( $\text{FeS}_2$ ), que son fundidos en las instalaciones industriales denominadas *altos hornos* (figura 4.22).



Figura 4.22 Fundición de hierro en el alto horno.

En el ámbito de las fuentes de energía, la electroquímica juega un papel muy importante no sólo por las pilas y baterías que todos conocemos, sino también porque actualmente se fabrican celdas de combustible, que son dispositivos electroquímicos en donde se hace reaccionar hidrógeno y oxígeno para producir agua. Como la reacción libera una gran cantidad de energía, ésta se usa para mover motores de automóviles sin emitir los contaminantes gases de combustión.

Entonces, la electroquímica, tal como lo indica su nombre, estudia los procesos de intercambio de electrones entre una sustancia y otra, dentro de una reacción química. Como este intercambio de electrones genera un flujo, entonces lo que en realidad se produce en estas reacciones es electricidad. Pero, ¿cómo se genera esta electricidad?

### El estado de oxidación

Como ya se mencionó antes, las reacciones químicas en general suelen identificarse porque hay alguna manifestación visible en la formación de productos: desprendimiento de gas, formación de precipitado, cambio de color, emisión de luz y absorción o desprendimiento de calor. En el caso de las reacciones de óxido-reducción, la manifestación del cambio también se produce por la presencia de un flujo de electrones en la reacción. Este flujo de electrones se debe a que algunos de los átomos de los elementos presentes en la reacción pierden electrones y otros elementos los ganan al momento de formar las nuevas sustancias; es decir, hay una transferencia de electrones entre las sustancias.

El proceso por el que un átomo pierde electrones se llama oxidación, y el proceso contrario, la ganancia de electrones, reducción. Para saber qué tantos electrones intervienen en estos procesos, es decir, el grado de oxidación o reducción de un elemento, se utiliza el estado de oxidación, que se representa mediante un número, el número de oxidación, y que se relaciona con el acomodo de los electrones de valencia de los átomos.

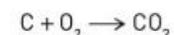
### PARA SABER MÁS

#### Número de oxidación

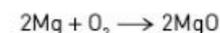
El estado de oxidación expresa el grado de oxidación y reducción de los átomos en las sustancias y se le asigna un número [número de oxidación]: cuanto más grande (positivo) sea este número, más se habrá oxidado el átomo (perdió más electrones) y cuanto más pequeño (negativo), más se habrá reducido (ganó más electrones).

Para determinar el número de oxidación de los elementos, se siguen algunas reglas:

**Regla 1.** El número de oxidación de los átomos en cualquier elemento libre es CERO, ya que al no estar combinado ni pierde ni gana electrones. Tal es el caso del carbono (C) en la reacción de formación de dióxido de carbono:



**Regla 2.** El número de oxidación de los átomos en un elemento molecular también es CERO, ya que los electrones están compartidos de la misma manera. Por ejemplo, en el caso del oxígeno ( $\text{O}_2$ ) en la reacción de formación del óxido de magnesio (figura 4.23), pero también ocurre con el  $\text{Br}_2$ ,  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{I}_2$ ,  $\text{N}_2$ , etcétera.



### POST TECNOLÓGICO

Si quieres saber más de las celdas de combustible, lee el artículo de Laura Gasque, "El hidrógeno, el energético del futuro", en *¿Cómo ves?*, núm. 93, agosto de 2006, disponible en <<http://www.redir.mx/SQAR215>>.



Figura 4.23 El óxido de magnesio industrialmente se obtiene del proceso de calcinación del carbonato de magnesio ( $\text{MgCO}_3$ ), mejor conocido como *magnesia*, que es muy usado por deportistas dadas sus propiedades secantes.

**Regla 3.** Algunos elementos tienen números de oxidación invariables, es decir, casi siempre es el mismo, independientemente de con qué elemento se combinen; por ejemplo:

Elemento	Número de oxidación
F	-1
O	-2 [a excepción de los peróxidos donde es -1]
H	+1 [Excepto en el ion hidruro]
Cl	-1 [excepto cuando se combina con O, F]*
Br	-1 [excepto cuando se combina con O, F, Cl]*
I	-1 [excepto cuando se combina con O, F, Cl, Br]*
S	-2 [excepto cuando se combina con O, F, Cl, Br, I]*

\* En estos casos, los no metales adquieren distintos números de oxidación positivos. Consulta tu tabla periódica en caso de requerirlos.

**Regla 4.** En algunos elementos representativos, el número de oxidación es el del grupo al que pertenece. Por ejemplo: el número de oxidación de los elementos del grupo IA es +1 y el del grupo IIA, +2. Así el sodio [del grupo IA o 1], tiene número de oxidación +1, mientras que el calcio [del grupo IIA o 2], +2, y el aluminio [del grupo IIIA o 13], +3. (figura 4.24).

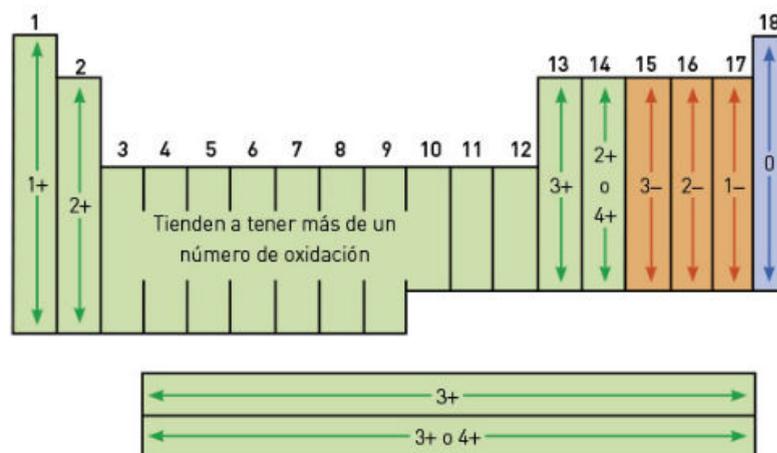


Figura 4.24 Números de oxidación más frecuentes de acuerdo con su ubicación en la tabla periódica.

**Regla 5.** En los compuestos neutros, la suma de los números de oxidación de todos los átomos que aparecen en el compuesto debe ser CERO. Por ejemplo, veamos el caso del MgO:

Elementos que forman el compuesto	Núm. de átomos de cada elemento	Núm. de oxidación de cada elemento	Cálculo de la suma de los números de oxidación: (núm. de átomos) × (núm. de oxidación)
Mg	1	+2	es del grupo II A, [regla 4] $1 \times (+2) = +2$
O	1	-2	núm. de oxidación invariable [regla 3] $1 \times (-2) = -2$
			<b>SUMA:</b> (+2) + (-2) = 0

Para el CO<sub>2</sub>, tenemos:

Elementos que forman el compuesto	Núm. de átomos de cada elemento	Núm. de oxidación de cada elemento	Cálculo de la suma de los números de oxidación: (núm. de átomos) × (núm. de oxidación)
C	1	+4	es del grupo IV A, [regla 4] $1 \times (+4) = +4$
O	2	-2	núm. de oxidación invariable [regla 3] $2 \times (-2) = -4$
			<b>SUMA:</b> (+4) + (-4) = 0

**Regla 6.** Algunos elementos tienen más de un número de oxidación; por ejemplo, el hierro tiene números de oxidación +2 y +3. La mejor manera de saber el número de oxidación es consultando la tabla periódica y comprobando que la suma del compuesto neutro es cero.

### ACTIVIDAD

#### Números de oxidación

**Propósito:** que el estudiante identifique los números de oxidación de los elementos en diferentes compuestos

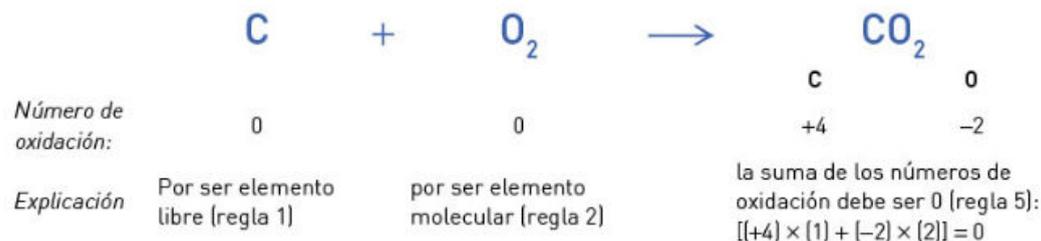
1. Identifica los números de oxidación de cada elemento y comprueba que la suma de los números

de oxidación en el compuesto es igual a cero. Resuelve en tu cuaderno.

- H<sub>2</sub>O
- HCl
- Cu<sub>2</sub>O
- CH<sub>4</sub>
- Al<sub>2</sub>S<sub>3</sub>
- H<sub>2</sub>S

### Las reacciones de óxido-reducción (redox)

En toda reacción de óxido-reducción debe haber un cambio en el número de oxidación de algunos de los átomos que participan de modo que se pueda saber cuál sustancia se oxida y cuál se reduce. Por ejemplo, regresando a la reacción que produce dióxido de carbono, para saber si es una reacción redox, debemos fijarnos si hay cambio en el número de oxidación de los reactivos a los productos.



¿Qué es lo que podemos analizar en la reacción? En primer lugar, veamos al carbono: en los reactivos tiene número de oxidación 0 y en los productos número de oxidación +4, eso significa que se ha hecho más positivo; es decir, perdió electrones y, por lo tanto, se oxidó. Por el contrario, el oxígeno pasó de número de oxidación 0 a número de oxidación -2; es decir, su número de oxidación se hizo más negativo, lo que significa que ganó electrones y sufrió una reducción. Es importante señalar que en una reacción redox, siempre deben ocurrir ambos procesos: un átomo que se oxide (que pierda electrones) y otro que se reduzca (que gane electrones).

## ACTIVIDAD EXPERIMENTAL

### Identificar reacciones redox

**Propósito:** que el estudiante identifique procesos de óxido-reducción en experimentos sencillos.

**Material por equipo:** matraz Erlenmeyer o frasco de vidrio mediano, recipiente desechable de aluminio hondo (como para los flanes) o un recipiente para hervir agua forrado interiormente con papel aluminio, parrilla para calentamiento (o hacerlo en la estufa de la casa con la supervisión de un adulto), cuadro de papel aluminio de 5 x 5 cm cortado en pedacitos, 5 mL de ácido clorhídrico (se vende en tlapalerías como ácido muriático), objeto de plata ennegrecida (un anillo, broche, cuchara, etcétera, que tengas en casa, pero asegúrate de que sea de plata), jeringa sin aguja, cuchara sopera de plástico, cucharada de bicarbonato de sodio, 50 mL de agua.

### Procedimiento

#### Experimento 1

1. Coloquen los trocitos de aluminio en el recipiente de vidrio
2. Con la jeringa, midan 5 mL de ácido muriático y agréguelos con mucho cuidado al aluminio.
3. Aléjense de la boca del recipiente. Observen.

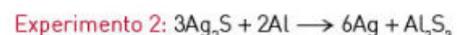
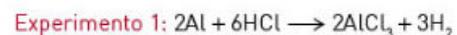
#### Experimento 2

1. Dependiendo del tamaño del recipiente de aluminio, coloquen aproximadamente 50 mL de agua y pónganla a calentar en la parrilla o estufa.
2. Antes de que empiece a hervir, apaguen la parrilla y añadan una cucharada de bicarbonato, agiten para que se disuelva.
3. Sumerjan el o los objetos de plata en el agua y agiten bien. Asegúrense de que el objeto de plata esté siempre en contacto con el aluminio.
4. Observen.

### Análisis de resultados y conclusiones

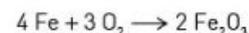
1. Describan lo que ocurre en cada una de las reacciones.

2. La reacciones que se llevan a cabo son:



Comprueben si las reacciones son de óxido-reducción. Si es el caso, respondan: ¿cuál sustancia se oxida y cuál se reduce?

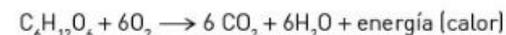
Las reacciones de óxido-reducción son muy comunes en nuestro entorno; alguna vez todos hemos visto la oxidación de rejas o ventanas de hierro (Fe), pues éste reacciona con oxígeno (O<sub>2</sub>) para formar óxido férrico (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>). En esta reacción el hierro se oxida y el oxígeno se reduce:



Probablemente, una de las reacciones redox más importantes es la síntesis de la glucosa, una de las reacciones propias de la fotosíntesis de las plantas. En esta reacción, a partir de CO<sub>2</sub>, agua y luz, se produce glucosa y oxígeno:



Nosotros al respirar hacemos la reacción inversa: oxidamos la glucosa con el oxígeno y liberamos dióxido de carbono y agua, pero además obtenemos energía:



Otra ejemplo de reacciones redox ocurre entre la reacción de un metal con un ácido. Específicamente la reacción de acero (básicamente hierro) con ácido clorhídrico es usada para recuperar los números de serie de un arma de fuego o alguna pieza robada de auto que han sido borrados por los delincuentes (figura 4.25 de la página siguiente). Para recuperar estos números, se hace

reaccionar al ácido con el hierro del acero. El hierro se oxida para producir iones Fe<sup>2+</sup> y el hidrógeno del ácido se reduce a gas hidrógeno:



Como los números de serie son impresos en el acero y los delincuentes sólo raspan la superficie donde está el número, al momento de hacer reaccionar el metal con el ácido, las burbujas del hidrógeno liberado se forman en mayor cantidad en la zona donde estaba la impresión, lo que deja al descubierto los números anteriormente impresos.

### ¿Y la energía eléctrica involucrada?

Se dijo al inicio que estas reacciones de óxido-reducción se caracterizan porque hay un flujo de energía eléctrica derivado de la transferencia de electrones. Ya vimos que ese flujo proviene del cambio del estado de oxidación de los elementos que participan en la reacción, pero, ¿cómo nos percatamos de la presencia de esa energía eléctrica? Para medir este flujo de electrones, se usa lo que se conoce como *celda electroquímica*. Las celdas electroquímicas son dispositivos que involucran las reacciones químicas con la energía eléctrica y pueden ser de dos tipos:

**Celdas galvánicas:** en ellas se lleva a cabo una reacción química y a partir de ésta se produce una corriente eléctrica (así ocurre en las pilas comunes) (figura 4.26).

**Celdas electrolíticas:** en ellas se hace pasar una corriente eléctrica externa para que se produzca una reacción. Un ejemplo de este tipo de celdas se usa para la electrólisis del agua, es decir, la separación de la molécula de agua en hidrógeno y oxígeno (figura 4.27).

### POST TECNOLÓGICO

Para conocer más detenidamente cómo funciona una celda electrolítica, visita la página Laboratorio virtual: electrólisis del agua, disponible en el siguiente enlace:  
<<http://www.redir.mx/SQAR219>>



Figura 4.25 Aunque alguien intente borrarlos, se pueden recuperar los números en el metal.



Figura 4.26 El primero en usar el principio de la celda electroquímica fue el italiano Alessandro Volta (1745-1827), quien en 1800 diseñó la famosa pila voltaica.



Figura 4.27 William Nicholson (1753-1815) y Anthony Carlisle (1768-1840), ambos ingleses, fueron los primeros científicos en usar una pila para efectuar la electrólisis del agua.

## ACTIVIDAD EXPERIMENTAL

### Una pila casera

**Propósito:** que el estudiante identifique el funcionamiento de una pila.

Para que veas cómo se genera la corriente eléctrica mediante una reacción química, construye una pila muy similar a la pila de Volta.

**Material por equipo:** 10 monedas de cobre (consíguelas en donde venden monedas antiguas de 20 centavos. Es posible que tus abuelos o personas mayores tengan algunas), 10 trozos de papel de aluminio de mayor tamaño que las monedas, 10 moldes de fieltro (recortados al tamaño de las monedas), 20 mL de disolución de vinagre con sal (poner 20 mL de vinagre y 2 cucharadas de sal en un recipiente y mezclar bien), dispositivo conductor (conectar 1 par de pinzas de caimán con cable a un foco led de color). (figura 4.28).

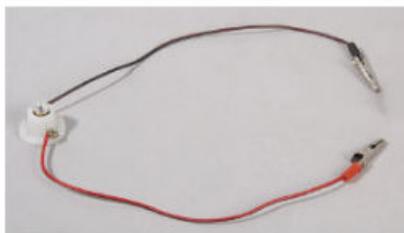


Figura 4.28

### Procedimiento

1. Formen equipos de tres personas.
2. Humedezcan los moldes de fieltro con la solución de vinagre y sal.
3. Coloquen los trozos de papel sobre los pedacitos de aluminio.

- Coloquen las monedas sobre los moldes de papel y armen la pila (figura 4.29).

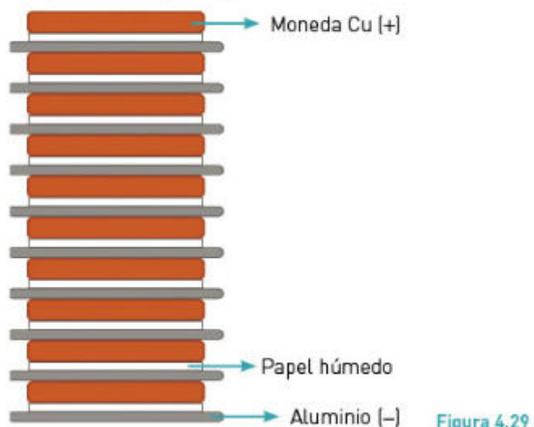


Figura 4.29

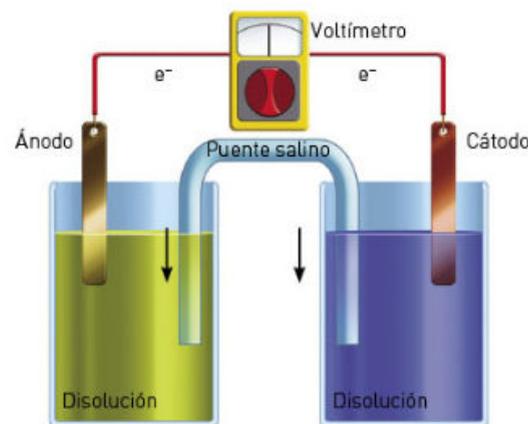
5. Conecten los caimanes en cada extremo de la batería (un caimán en el aluminio y otro, en la última moneda).

6. Observen.

### Análisis de resultados y conclusiones

1. ¿Qué ocurre al cerrar el circuito?
2. ¿Cuál es la razón de poner el fieltro con la disolución de vinagre y sal?
3. ¿Qué creen que ocurra si ponen menos monedas? (Experimenten si es necesario.)
4. En la pila, el ánodo es de aluminio y el cátodo de cobre, ¿cuál sustancia se oxida y cuál se reduce?

Es posible tener el esquema de una celda galvánica, pues todas cuentan con un recipiente que contiene una disolución electrolítica; los electrodos (ánodo y cátodo), que son las sustancias que intercambiarán los electrones, y un circuito eléctrico o cables que se conecten o bien a un medidor de voltaje (voltímetro) o a un dispositivo que use la corriente eléctrica que se genera (un foco, un aparato eléctrico, etcétera) (figura 4.30).



**Cátodo:** es el electrodo donde ocurre la reacción de reducción.  
**Ánodo:** es el electrodo donde ocurre la reacción de oxidación.  
**Puente salino:** usualmente se construye en un soporte tipo gel que contiene un electrolito que ayuda a que haya un intercambio de iones y pueda darse la reacción.

Figura 4.30 Esquema de una celda electroquímica.

El funcionamiento de la celda es más o menos sencillo: se sumergen los electrodos (casi siempre metálicos) en una **disolución electrolítica**, los iones que se forman en la disolución se ponen en contacto mediante el puente salino y entonces comienza la reacción: el metal que se encuentra en el ánodo se oxida y libera electrones. Estos electrones fluyen a través de los cables del circuito eléctrico y llegan al cátodo, en donde serán ganados por el metal que se reduce. La primera celda de este tipo fue la celda de Daniell (figura 4.31) que consiste en un dispositivo con los electrodos de cobre y de cinc inmersos en una disolución de sulfato de cobre y de sulfato de cinc, respectivamente. Las reacciones que se llevan a cabo en cada electrodo son:

- En el ánodo, el cinc se oxida:  $Zn_{(s)} \rightarrow Zn^{2+}_{(ac)} + 2e^{-}$
- En el cátodo, los iones cobre se reducen:  $Cu^{2+}_{(ac)} + 2e^{-} \rightarrow Cu_{(s)}$

Los electrones que pierde el cinc se mueven a través de un cable hacia el electrodo de cobre y proporcionan una corriente eléctrica que puede identificarse con un voltímetro.



Figura 4.31 a) John Frederic Daniell (1790-1845), físico y químico inglés. b) Dibujo de la celda de Daniell de 1836.

### PARA SABER MÁS

En la actualidad el uso indiscriminado de pilas y baterías se está constituyendo en un problema de contaminación, debido a que la mayoría de los componentes de esos objetos son nocivos para el ambiente y tóxicos para la salud humana (figura 4.32).

Tan sólo en México se estima que en los últimos 45 años se han desechado más de 700 000 toneladas de pilas que implican la emisión de grandes volúmenes de sustancias tóxicas como dióxido de manganeso ( $MnO_2$ ), mercurio (Hg), níquel (Ni), plomo (Pb) y litio (Li).

Una vez más, debemos tener conciencia sobre el uso y la disposición de los materiales y poner en práctica las 5R del reciclaje.

### POST TECNOLÓGICO

Para saber más sobre pilas y qué hacer con ellas, lee el artículo "Pilas, ¿las tiro o las acopio?", publicado por la Profeco y disponible en el siguiente enlace: <http://www.redir.mx/SQAR221>.



Figura 4.32 Las pilas y baterías no deben tirarse a la basura. Para su desecho, los polos deben ser tapados con alguna cinta adhesiva y ser colocadas en depósitos o contenedores específicos para ese tipo de materiales.

## GLOSARIO

**Disolución electrolítica:** es una mezcla en la que la sustancia que se disuelve (electrolito) se disocia en iones y por ello conduce la corriente eléctrica. Como ya vimos anteriormente, los compuestos iónicos conducen la corriente eléctrica en disolución por lo que son considerados electrolitos.



**Figura 4.33** Un fenómeno de corrosión común es la del hierro: este metal se oxida con el oxígeno del aire en presencia de humedad para formar óxido de hierro ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ). A esta sustancia de color café rojizo se le conoce como *herrumbre*.

### La corrosión

Hasta ahora, hemos visto que gracias a las reacciones redox tenemos muchos beneficios, como los metales a partir de minerales o la energía eléctrica de las pilas. Sin embargo, algunas reacciones de óxido-reducción como la *corrosión de metales*, no son tan benéficas.

El proceso de corrosión se debe a la reacción redox que afecta a los metales cuando son expuestos a sustancias presentes en los alrededores, las cuales los transforman en otro compuesto que resulta indeseable. Seguramente, en tu casa o en la escuela o casi en cualquier lugar, has observado algún metal oxidado: una ventana, una reja, los clavos en alguna madera, las sillas viejas, etcétera (**figura 4.33**).

### ACTIVIDAD EXPERIMENTAL

#### Formar herrumbre

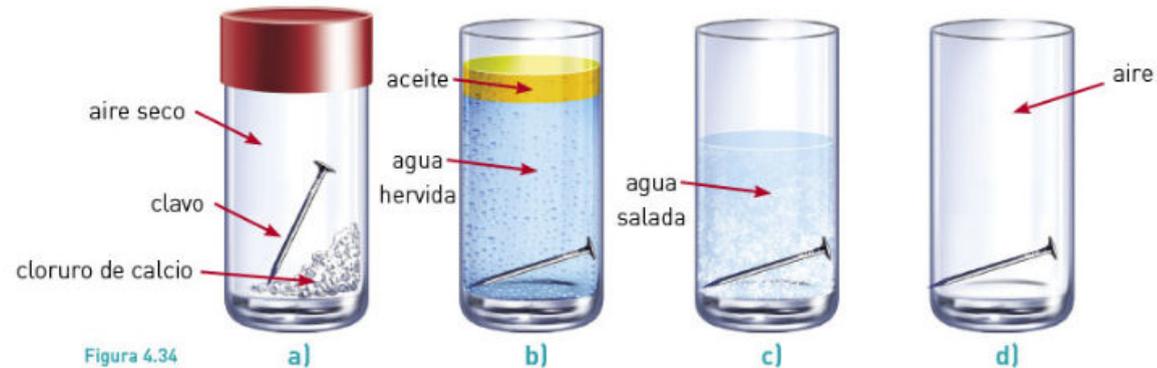
**Propósito:** que los estudiantes reconozcan las condiciones en las que se favorece la corrosión de un metal como el hierro.

**Material por equipo:** 4 frascos de vidrio pequeños (sólo uno con tapa), 4 clavos de aprox. 5 cm, lija para metal, cucharada sopera de cloruro de calcio (si no tienes, sustitúyelo por arena para gato), 20 mL de agua recién hervida pero fría [o la suficiente para cubrir el clavo dentro del frasco], cucharada de sal disuelta en 20 mL de agua

[o la suficiente para cubrir el clavo dentro del frasco], 5 mL de aceite de cocina

#### Procedimiento

1. Formen equipos de dos personas.
2. Lijen los clavos para evitar que tengan algún recubrimiento e introdúzcanlos en cada uno de los frascos.
3. Llenen los frascos con las sustancias, tal y como se indica en la **figura 4.34**.



**Figura 4.34**

- a) Con cloruro de calcio o arena para gato (este frasco debe cerrarse)
  - b) Con agua hervida y una capa de aceite encima
  - c) Con una disolución de agua y sal
  - d) Sin nada, sólo en contacto con el aire
4. Copien en su cuaderno el cuadro siguiente y anoten sus hipótesis sobre lo que piensan que ocurrirá al clavo en cada uno de los frascos y por qué.

Predicciones				
FRASCO	A	B	C	D
¿Qué ocurrirá y por qué?				

5. Guarden los frascos en casa de algún compañero, en un lugar seguro, o en el laboratorio escolar. Observen los cambios en cada uno a lo largo de la semana. Anoten las observaciones diariamente.

pótesis con lo observado. Copien el cuadro en su cuaderno y complétenlo.

2. Después de lo observado, ¿cuáles son las condiciones que favorecen que un metal, particularmente el hierro, se oxide?

#### Análisis de resultados y conclusiones

1. Resuman los resultados del experimento de los clavos en diferentes ambientes y comparen sus hi-

Resultados				
	A	B	C	D
¿Qué le ocurrió al clavo en cada frasco?				
¿Coincidió tu hipótesis con lo ocurrido?				
¿A qué crees que se deba lo observado?				

Como habrás notado, muchas condiciones medioambientales comunes como la humedad o la salinidad (como la que hay en el agua de mar) son factores que contribuyen, en diferente grado, a la oxidación de los metales y es por ello que la corrosión constituye un problema mundial. Aunque en México no se tiene una estimación real de los costos que origina la corrosión de los metales, nos haremos una idea si consideramos que en Estados Unidos el costo anual por efectos de la corrosión es de 2.2 billones de dólares. Este costo se debe al gran número de consecuencias derivadas de la oxidación de los metales: desde derrames de líquidos como agua potable, petróleo o sustancias químicas en las industrias por tuberías rotas o picadas, afectaciones en edificios, casas, puentes o vías del tren por estructuras metálicas oxidadas, hasta medios de transporte como barcos, aviones, trenes o autos que sufren percances por tener alguna o varias partes corroídas. En fin, los riesgos de seguridad por la corrosión son graves y los costos, grandes, por lo que se deben tomar medidas para prevenirla.

En esta lección hemos aprendido que hay un tipo de reacciones químicas llamadas *de óxido-reducción* o *redox*, que se caracterizan porque está involucrada una transferencia de electrones entre las sustancias que participan en la reacción. Conocer estas reacciones ha resultado muy útil para el desarrollo de la humanidad, pues a partir de ellas hemos podido, entre otras cosas, fabricar pilas que usamos en una gran cantidad de aparatos y dispositivos, usar la electrólisis para separar compuestos en sus elementos, obtener metales a partir de sus minerales e, incluso, encontrar métodos de prevención de la corrosión.

¿CÓMO AVANCÉ EN MIS CONOCIMIENTOS?

1. Regresa a la actividad de inicio (página 214) y vuelve a contestarla, ¿cambiaron tus respuestas? ¿en qué cambiaron?
2. La azurita es un mineral de carbonato de cobre (CuCO<sub>3</sub>). Cuando el carbonato de cobre se calienta con carbono (el carbón mineral que se usa en el anafre), se forma cobre y dióxido de carbono.
  - a) Escribe la reacción balanceada.
  - b) Averigua los estados de oxidación de los elementos para explicar por qué esta reacción es una reacción redox.
3. Lee la siguiente noticia:

**Aumentaron 91.7 por ciento las fugas y derrames en los ductos de Pemex**

Las fugas y derrames en ductos de Petróleos Mexicanos (Pemex) presentaron un incremento de 91.7 por ciento en el primer trimestre del año, comparado con el mismo periodo de 2011, revela un informe oficial de la paraestatal, en el que se precisa que en 56.5 por ciento de los casos, el incremento está relacionado con el fenómeno de corrosión.

El informe, que muestra un rezago generalizado en los resultados operativos obtenidos por Pemex en el primer cuarto de 2012 respecto de las metas propuestas para ese lapso, apunta que en los primeros tres meses de 2012 "los impactos al ambiente crecieron 8.5 veces en producto derramado con respecto al mismo periodo de 2011" y desglosa las principales causas de estos siniestros.

Aun cuando no indica la magnitud de los volúmenes de hidrocarburos y combustibles vertidos en las 46 fugas y derrames ocurridos entre enero y marzo pasados, el documento identifica "las principales causas de estos eventos".

Puntualiza que en 34.8 por ciento de los casos el daño fue causado por corrosión interior de los ductos; en 21.7 por ciento se trató de corrosión exterior, en 11.9 por ciento fue ocasionado por personas ajenas a la actividad petrolera; en una proporción similar el motivo fue una falla material y el resto obedeció a "otras causas".

Tomado de Juan Antonio Zúñiga, "Aumentaron 91.17 por ciento las fugas y derrames en los ductos de Pemex", en *La Jornada* [en línea], 12 de julio de 2012, disponible en <<http://www.jornada.unam.mx/2012/07/12/economia/027n2eco>>, (Consulta: 7 de julio de 2016).

- a) ¿Qué medidas tomar para evitar estas pérdidas?
- b) ¿En qué otros casos se presenta un problema similar a causa de la corrosión?

**Proyectos: ahora tú explora, experimenta y actúa (preguntas opcionales). Integración y aplicación**

**Lección 22. ¿Cómo evitar la corrosión? ¿Cuál es el impacto de los combustibles y posibles alternativas de solución?**

**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.

Según la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, el calentamiento global (figura 4.35) se entiende como "un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante periodos comparables".

Otra manera de decirlo es que el clima de la Tierra siempre ha sido cambiante, pero desde el periodo de 1900 (figura 4.36) a la actualidad ha aumentado en un grado que no se explica por factores naturales y que se atribuye entonces a la actividad de los seres humanos.

**Amenaza el calentamiento global a 30% de animales y plantas, advierte la ONU**

Gorilas de Ruanda y tigres de Bangladesh, en peligro de extinción

**Deshielo del Ártico acelera calentamiento global**

El carbono que se encontraba atrapado en el hielo del ártico se está liberando, con lo que se podrían alcanzar hasta 44 millones de toneladas de emisiones de CO<sub>2</sub> al año.

**Alerta investigador de UV cambios bruscos por el calentamiento global**

En los últimos cinco años, en las zonas montañosas de Veracruz han aumentado la intensidad y la durabilidad de las lluvias; también la temperatura ha sufrido un aumento debido a un efecto global de cambio climático

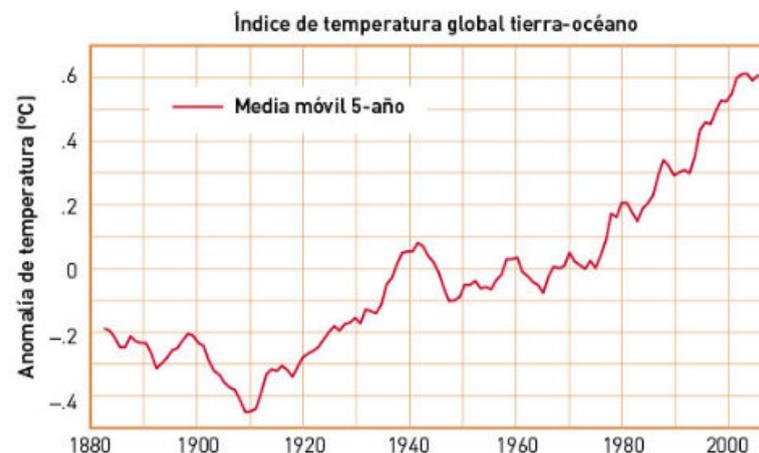
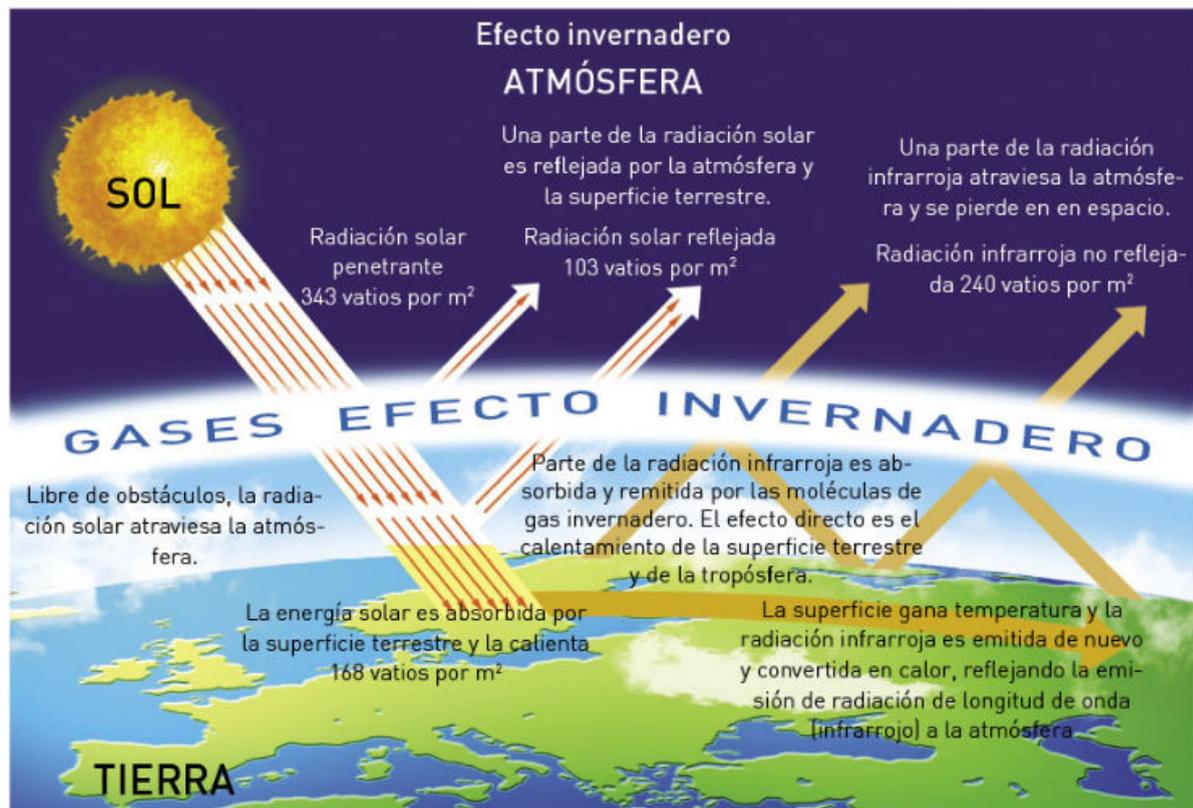


Figura 4.35 Titulares de periódicos muy recientes que tratan el tema del calentamiento global. Índice de temperatura global tierra-océano.

Figura 4.36 La temperatura del planeta registra un aumento constante desde 1900, lo cual pone en peligro las condiciones actuales de la vida en la Tierra. Fuente: NASA-0155.



**Figura 4.37** El efecto invernadero permite mantener una temperatura determinada en la Tierra. Se calcula que si no hubiera efecto invernadero la temperatura media superficial, que es de  $14\text{ }^{\circ}\text{C}$ , podría llegar a ser  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ .



**Figura 4.38** El metano liberado por los sistemas digestivos de los animales que pastan es aproximadamente 20 veces más potente que el dióxido de carbono en su acción de calentamiento y, por tanto, un importante factor a corto plazo del calentamiento global.

El aumento de la temperatura tiene que ver con el aumento de los gases de efecto invernadero. El efecto invernadero (figura 4.37) es un fenómeno natural ocasionado por los gases en la atmósfera capaces de retener parte de la radiación que la Tierra recibe del Sol y que es indispensable para mantener la temperatura en el planeta en rangos adecuados para la vida.

Aunque el efecto invernadero es natural, la actividad humana ha tenido un impacto directo en el aumento de la temperatura. El cambio climático representa un riesgo importante para muchos ecosistemas.

La mayoría de los gases de efecto invernadero provienen de la quema de combustibles fósiles. El gas que contribuye mayormente al calentamiento es el dióxido de carbono,  $\text{CO}_2$ , seguido de otros como el metano, que se libera de los rellenos sanitarios y en la industria pecuaria (figura 4.38), el óxido de nitrógeno de los fertilizantes, los gases utilizados para refrigeración y en otros procesos industriales. La pérdida de bosques (que podrían haber absorbido el  $\text{CO}_2$ ) también es un factor que considerar.

En este bloque estudiaste también que el fenómeno de la corrosión es resultado de reacciones redox. La corrosión ocasiona también daños al medio ambiente. La falta de mantenimiento en los sistemas de transporte de petróleo y en la industria química ocasiona la liberación de sustancias al ambiente que tienen consecuencias muy negativas para los ecosistemas y para las personas. Como ejemplo de esto, recordemos la explosión en 1984 de una fábrica de pes-

tididas en Bhopal, India, donde se presentaron problemas de corrosión en los tanques de almacenamiento que ocasionaron que gases tóxicos (entre ellos el cianuro de hidrógeno) fueran liberados al ambiente, lo que ocasionó la muerte de más de 100 000 personas y afectaciones a más de 500 000.

### Fase 1: exploración del tema

Cada vez somos más los humanos que habitamos el planeta; por ello, la cantidad de energía necesaria para cubrir nuestras necesidades aumenta proporcionalmente. ¿Hay alternativas para producir energía sin emitir gases de efecto invernadero?, ¿hay otros combustibles que generen menos emisiones de gases de efecto invernadero?, ¿cuáles son las fuentes de combustibles alternativos?

Es probable que hayan escuchado algo sobre fuentes de energía alternativas, así que para explorar el tema te sugerimos revisar algunas de las páginas de Internet que se mencionan a continuación, pero también investigar entre las personas de tu comunidad si saben o han escuchado sobre alguna fuente de energía alternativa. Busca en los periódicos o en los libros de la biblioteca.

Por otra parte, para impedir los daños al ambiente ocasionados por la corrosión es muy importante prevenirla y que los responsables tomen las medidas adecuadas de mantenimiento de todas las partes metálicas que sean importantes.

### Fase 2: definir el problema o pregunta del proyecto

¿Qué otras fuentes de energía hay, además de los combustibles fósiles? ¿Qué sería importante conocer sobre ellas?

Los estudiantes de la Secundaria 55 de San Martín Texmelucan, Puebla, leyeron una nota en el periódico en la que se hablaba de que era posible que una computadora funcionara con una celda solar. Eso llamó mucho su atención, así que decidieron que el tema que investigarían sería la energía solar.

Para hacer la investigación pensaron todas las preguntas que podrían hacerse como:

- ¿Qué es la energía solar?
- ¿Qué se necesita para aprovechar la energía del Sol?
- ¿Qué aplicaciones tiene para sustituir a los combustibles fósiles?
- ¿Cuánto cuesta una celda solar?
- ¿Cómo se compara el precio de la energía solar con la energía que se obtiene de los combustibles fósiles?
- ¿Se utilizan combustibles fósiles en la fabricación de las celdas solares?
- ¿Cuánto  $\text{CO}_2$  dejará de emitirse a la atmósfera si se populariza el uso de celdas solares?

Decidieron que una vez que hubieran reunido toda la información, harían un esfuerzo colectivo para responder la siguiente pregunta:

- ¿Sería conveniente instalar en la escuela paneles fotovoltaicos para obtener la energía que se requiere? (figura 4.39).

Para ello tendrían que recabar información de la escuela, por ejemplo, cuánto se gasta en energía eléctrica, dónde se podrían poner los paneles, etcétera. Con toda la información recabada presentarían al director y al comité de padres de familia una propuesta para considerar la viabilidad de instalar celdas fotovoltaicas en la escuela.

### POST TECNOLÓGICO

Si quieres saber más sobre el cambio climático consulta la página electrónica del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático: <http://www.redir.mx/SQAR227a>. El siguiente vínculo sobre combustibles alternativos: <http://www.redir.mx/SQAR227b>. La Biblioteca Digital de Scribd: <http://www.redir.mx/SQAR227c>.



**Figura 4.39** Los paneles fotovoltaicos se forman de un conjunto de celdas que producen electricidad a partir de la luz solar que incide sobre ellos.

**POST TECNOLÓGICO**

Si les interesa hacer su proyecto sobre formas de evitar la corrosión, les sugerimos revisar los siguientes materiales para que tengan una perspectiva sobre la corrosión en general y algunas formas en las que ésta se previene:

Corrosión: fenómeno natural, visible y catastrófico:  
<http://www.redir.mx/SQAR228a>.

Más allá de la herrumbre:  
<http://www.redir.mx/SQAR228b>.

La lucha contra la corrosión. Cómo mantener la naturaleza a raya:  
<http://www.redir.mx/SQAR228c>.

Para planear el proyecto se valieron de un cronograma de actividades, puesto que se requiere un análisis del tiempo y de los recursos disponibles.

Por otro lado, los estudiantes de la Escuela Secundaria Técnica 96 en Coatzacoalcos, Veracruz, notaron que los marcos de las ventanas estaban muy desgastados por la corrosión y decidieron hacer una investigación para saber de qué formas diferentes se pueden proteger y proponer una solución al comité de mantenimiento de la escuela. Encontraron que la corrosión se evita mediante recubrimientos metálicos, plásticos o pintura, así que comenzaron a plantearse preguntas como las siguientes:

- ¿Se deben utilizar pinturas especiales para proteger las ventanas de la corrosión?
- ¿Existen recubrimientos metálicos para las ventanas? ¿Son más adecuados que las pinturas?
- ¿Cuál es el procedimiento que hay que seguir para proteger un material de la corrosión?

**Fase 3: participar en el desarrollo del proyecto y dar respuesta al problema**

En la Escuela Secundaria 122 de Ocotlán de Morelos, Oaxaca, todos los estudiantes del grupo decidieron hacer el proyecto de forma colaborativa y para ello asignaron a cada equipo la tarea de investigar distintas alternativas para los combustibles fósiles. Acordaron también que cada uno de los equipos debería hacer consultas acerca de los mismos temas. Utilizaron un cuadro como el que se presenta a continuación para anotar los resultados de su investigación.

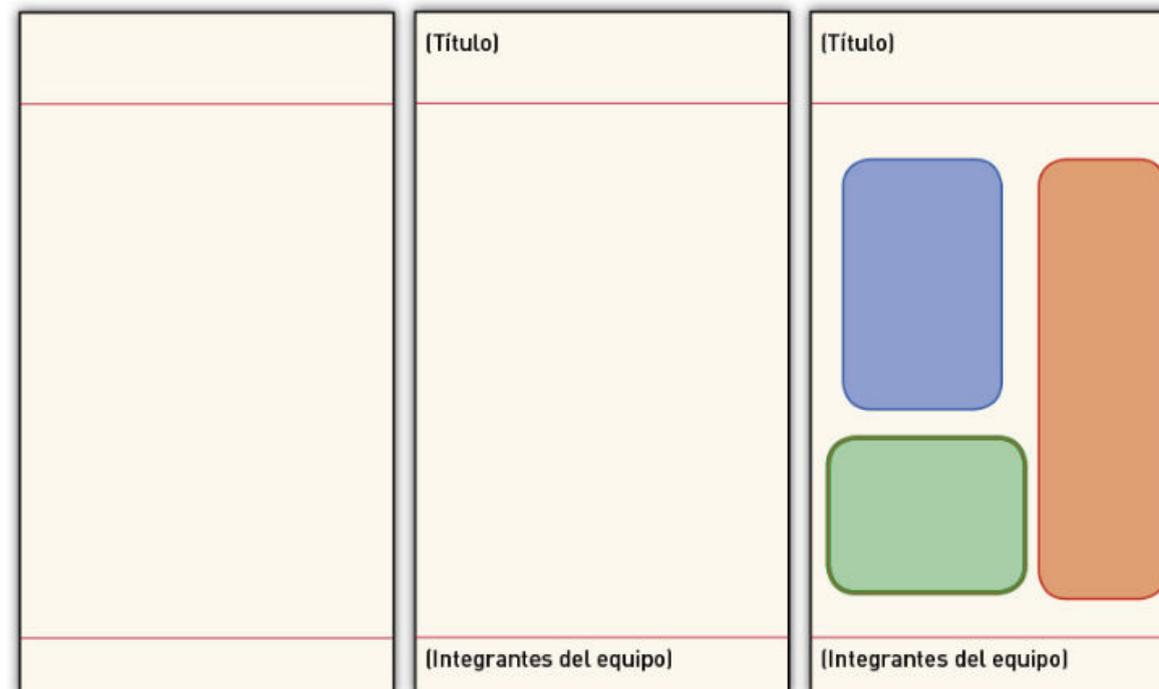
Tipo de energía	Fuentes	¿Cómo funciona?	Reacciones químicas	Ventajas	Desventajas
Biodiesel					
Bioetanol					
Biomasa					
Hidrógeno					
Electricidad					

El equipo que decidió investigar las formas de evitar la corrosión decidió hacer una investigación experimental, por lo que consiguieron trozos de metal, similar al que se utiliza para las ventanas, y simularon las condiciones en las que se produce la corrosión [poniéndolas en disoluciones con sal]. Probaron cuál superficie era más sensible a la corrosión, por ejemplo, pintándola con pintura normal, con una pintura especial anticorrosión y recubriéndola de cera. Presentaron también sus resultados en una tabla considerando los diferentes aspectos observados y discutiendo sobre cuál era la opción más viable desde el punto de vista económico.

Cada equipo de estudiantes elaboró un pequeño reporte de investigación en el que describieron para los demás equipos los resultados de su proyecto.

**Fase 4: comunicar y evaluar el proyecto**

Además del reporte escrito, los estudiantes decidieron que para comunicar los resultados del proyecto al resto de la comunidad harían un cartel informativo ilustrado con imágenes de los resultados de su investigación. Un cartel es una pieza grande de papel, normalmente de 120 cm x 80 cm (figura 4.40).



Divide el espacio disponible en tres partes

Coloca el título con una letra más grande que el resto del cartel. Utiliza una letra legible, aunque no sea la más divertida. En la parte de abajo anota los nombres de los integrantes

En la parte del desarrollo, coloca cada una de las partes de la investigación. Utiliza para ello, recuadros de colores e imágenes que llamen la atención (cuadros, gráficas, fotografías, dibujos).

Para evaluar los carteles de los demás equipos, cada uno de los estudiantes hizo una evaluación de los siguientes aspectos:

	Muy bien	Bien	Regular
Contenido			
Presentación			
Estructura			
Originalidad			

Cada equipo de estudiantes elaboró un pequeño reporte de investigación en el que describieron para los demás equipos los resultados de su proyecto. Un aspecto muy importante es que todos los grupos anotaron las reacciones químicas involucradas. Asimismo, con los resultados obtenidos evaluaron cada tipo de energía sustentable o recubrimiento anticorrosivo para ver cuáles eran factibles de usar en sus comunidades.

**Figura 4.40** Un cartel debe presentar la información de manera breve y llamativa para el público, por lo que es importante seleccionar la información más relevante de todo lo que investigaron.

#### Ácidos y bases. Algo de historia

En la antigua Roma era bien sabido que la fermentación de los jugos vegetales podía llegar más allá del vino y producir vinagre. Químicamente esto implica la oxidación del alcohol, que se transforma en ácido acético. Aparte de su uso culinario, el vinagre era importante por ser el ácido más fuerte de la antigüedad.

Si bien en el siglo IX eran pocos los ácidos conocidos (vinagre, jugos de frutas) ya se habían desarrollado los métodos y equipos de laboratorio necesarios para la producción de muchos más.

Los alquimistas alejandrinos conocían los procesos de destilación, pero es poco probable que tuvieran aparatos lo suficientemente avanzados como para conseguir componentes volátiles puros antes del siglo XII. El descubrimiento de los ácidos minerales (derivados de materiales inorgánicos) comenzó en Europa en el siglo XIII. Probablemente el primero fue el ácido nítrico, obtenido mediante la destilación de salitre (nitrato de sodio y potasio) y vitriolo (sulfato de cobre) o alumbre (sulfato de aluminio y magnesio).

Seguramente fue más difícil de descubrir el ácido sulfúrico, pues requiere mayores temperaturas y equipo más resistente a la corrosión. Más difícil aún el ácido clorhídrico, pues los vapores no se condensan, sino que deben ser disueltos en agua.

Si bien la química comenzó su desarrollo con el curtido de pieles, la elaboración de alimentos, etc., esto es, con el origen mismo del hombre, la elaboración precisa de los conceptos químicos fundamentales comenzó en el siglo XVII.

Sólo entonces establecieron definiciones de elementos, compuestos, ácidos, bases, sales, etc. Robert Boyle (1627-1691) dio una descripción precisa de los ácidos al decir que tales sustancias podían enrojecer el "tornasol". Existían, además, otras formas de reconocer a los ácidos: su sabor peculiar, la manera en que atacan a los metales y a la piedra caliza, el cambio de color de algunos vegetales (por ejemplo, líquenes) y, aunque sea redundante, los ácidos se caracterizaban por su sabor ácido. Las sustancias que cambiaban de color en medio ácido o básico se llamaron "indicadores" y uno de los más empleados fue el tornasol.

No es de sorprender que las primeras clasificaciones de las sustancias se hayan hecho empleando los recursos más disponibles por los investigadores: sus sentidos, esto es, la vista, el tacto, el gusto. Hoy proceder así parece poco preciso y subjetivo, sin embargo, el entrenamiento logra mejorar notablemente tales sentidos.

Por ejemplo, la mayoría de la gente puede distinguir con el olfato algunos cientos de olores, pero un químico hábil logra identificar casi 3000. En cuanto al color, el ojo humano distingue hasta 700 matices distintos, y sin entrenamiento, unos 4000 colores distintos.

Fue Robert Boyle, en 1661, quien buscó características más allá de lo inmediato: análisis a la flama, análisis de los rastros metálicos en la célebre "piedra de toque", análisis de manchas, de humos, de precipitados, acción de disolventes, peso específico, etc.; identificaba los álcalis por su tacto aceitoso y su capacidad para neutralizar un ácido y formar sustancias cristalinas de sabor salado.

Los ácidos, en cambio, por la efervescencia que producían con los metales, y ambos, ácidos y bases, porque anulaban sus características al combinarse para dar lugar a una sustancia de gusto salado. Probablemente ya era común en ese tiempo quitar la acidez al vino pasado con cal: una reacción de neutralización.

Estas observaciones permitieron la clasificación de muchas sustancias en ácidos y bases, lo cual llevó a relacionar una gran cantidad de observaciones experimentales. Así, muchas sustancias pudieron catalogarse como ácidos (nítrico, sulfúrico, carbónico, etc.), como bases (sosa, potasa, cal, amoníaco, etc.) y como sales (sal de mesa, salitre, bórax, alúmina, etc.).

Tomado de Biblioteca Digital ILCE: [http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen2/ciencia3/093/html/sec\\_6.html](http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen2/ciencia3/093/html/sec_6.html).  
[Consulta: 1 de julio de 2013].

1. Imagina que tú eres un alquimista, ¿cómo demostrarías experimentalmente que una sustancia es un ácido?, ¿qué beneficios trajo a la humanidad el empleo de sustancias ácidas?
2. De las siguientes características, elige la que no corresponde a un ácido.
  - a) Cambian de color en presencia de indicadores.
  - b) Se pueden neutralizar.
  - c) Tienen un sabor dulce.
  - d) Reaccionan en presencia de algunos metales.
3. En la naturaleza es común ver que algunos vegetales verdes se tornan de color pardo en presencia de ácidos. ¿Por qué razón cuando estos vegetales se hierven con bicarbonato de sodio conservan su color verde?
4. Lee el fragmento y responde las preguntas.

El exceso de peso corporal es reconocido actualmente como uno de los retos más importantes de salud pública en el mundo, dada su magnitud, la rapidez de su incremento y el efecto negativo que ejerce sobre la salud de la población que la padece, debido a que aumenta significativamente el riesgo de padecer enfermedades crónicas no transmisibles.

En respuesta al crecimiento de esta epidemia, la Organización Mundial de la Salud (OMS) promovió la Estrategia Mundial sobre Alimentación Saludable, Actividad Física y Salud para la prevención de enfermedades crónicas, a la cual México se adhirió en 2004.

1. De acuerdo con la lectura anterior ¿qué consecuencias padece una persona con exceso de peso corporal?
2. ¿Qué recomendaciones harías a una persona con sobrepeso?
3. Diana tiene una dieta alta en cereales, leguminosas y alimentos de origen animal, pero baja en verduras y frutas. Con base en el Plato del Bien Comer, ¿tiene una dieta correcta? ¿Qué nutrimentos consume en exceso y de cuáles carece? ¿Qué recomendaciones le harías?

# BLOQUE 5

## Química y tecnología

Aprendizajes esperados	Contenidos
<ul style="list-style-type: none"><li>• 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.</li><li>• 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.</li><li>• 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.</li><li>• Evalúa procesos y productos considerando su efectividad, durabilidad y beneficio social, y la relación del costo con el impacto ambiental.</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>• Proyecto 1. ¿Cómo se sintetiza un material elástico?</li><li>• Proyecto 2. ¿Qué aportaciones a la química se han generado en México?</li><li>• Proyecto 3. Cuáles son los beneficios y riesgos del uso de fertilizantes y plaguicidas?</li><li>• Proyecto 4. ¿De qué están hechos los cosméticos y cómo se elaboran?</li><li>• Proyecto 5. ¿Cuáles son las propiedades de algunos materiales que utilizaban las culturas mesoamericanas?</li><li>• Proyecto 6. ¿Cuál es el uso de la química en diferentes expresiones artísticas?</li><li>• Proyecto 7. ¿Puedo dejar de utilizar los derivados del petróleo y sustituirlos por otros compuestos?</li></ul>

### 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.

La transformación de los materiales por medio de las reacciones químicas, la identificación de sustancias de acuerdo con sus propiedades, la obtención de energía mediante las reacciones químicas son algunos de los temas que has revisado a lo largo de este año escolar en el curso de química. En este bloque tú eres el protagonista; elige un proyecto relacionado con la química que sea de interés para ti, para tu equipo y para tu comunidad. Tendrás oportunidades de conocer a personas diferentes que te ayudarán a contestarte las preguntas que te hagas y usarás Internet e irás a las bibliotecas para producir el conocimiento necesario para entender mejor el mundo en el que vivimos y transformarlo para hacerlo un mejor lugar donde vivir.

- ¿Qué temas relacionados con la química considero relevantes para mi comunidad?
- ¿Cuál es la historia de algún material que ahora parece indispensable para nuestra vida?
- ¿Podré desempeñar actividades como científica en el área de la química?

## Proyectos: ahora tú explora, experimenta y actúa (preguntas opcionales)

### Integración y aplicación

#### Proyecto 1. ¿Cómo se sintetiza un material elástico?

**APRENDIZAJES ESPERADOS:** Plantea preguntas, realiza predicciones, formula hipótesis a 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, a fin de que describa, explique y prediga algunos procesos químicos relacionados con la transformación de materiales y 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.

Los materiales elásticos son aquellos que pueden recuperar su forma y dimensión después de ser sometidos a algún esfuerzo. En lo cotidiano usamos varios productos fabricados con este tipo de material, por ejemplo, las ligas y los globos. Los productos elaborados con materiales elásticos tienen muchas aplicaciones cotidianas. Uno de ellos es el condón.



Figura 5.1 En la actualidad hay una gran variedad de condones tanto por colores, tamaños y texturas, de manera que no hay excusa para no usarlos a favor de nuestra propia salud.

#### “El condón: ¿qué lo hace tan indispensable?”

A lo largo de la historia de la humanidad, uno de los grandes problemas de salud han sido las infecciones de transmisión sexual (ITS), que son enfermedades que se transmiten mediante contacto sexual. Aunque estas enfermedades se presentan en personas de cualquier edad o sexo, son los adolescentes y adultos quienes están en mayor riesgo. Actualmente, de acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS), cada año hay alrededor de 448 millones de nuevos infectados por alguna enfermedad de transmisión sexual.

Las ITS más comunes son: tricomoniasis, candidiasis, clamidiasis, gonorrea, sífilis, chancro blanco, herpes, virus del papiloma humano (VPH) y sida (VIH). Cada una de estas enfermedades tiene diversas consecuencias y grados de daño al organismo, que van desde una irritación del área genital, infertilidad e incluso cáncer cervicouterino hasta la muerte. Aunque se han tratado de desarrollar vacunas contra estas enfermedades

(contra el VPH, por ejemplo) y hay medicamentos que en algunos casos curan y en otros controlan estas enfermedades, lo cierto, es que hasta ahora, la mejor y más sencilla medida para no infectarnos es el uso del condón (figura 5.1).

El uso del condón se remonta a la época de los antiguos egipcios, pues se tiene evidencia de una tripa de animal anudada en el extremo que data del 1000 a. C.

Posteriormente se usaron condones de lino (siglo XVIII), cuero fino y goma (siglo XIX). Alrededor de 1920, se comenzó a usar el látex para la producción de los preservativos; este material, se convirtió en el ideal para la fabricación de los condones. El uso del condón, además de ayudar a evitar contagios por ITS, es un importante método anticonceptivo.

#### Fase 1: exploración del tema

Como habrás notado a partir de la lectura, los materiales elásticos, como el látex de los condones, tienen aplicaciones tan importantes como diversas. Para el desarrollo del proyecto, te sugerimos que empieces por reconocer lo que sabes del tema y, para ello, contesta de manera individual las siguientes preguntas:

1. ¿Qué entiendes por *material elástico*?
2. ¿Qué ejemplos de materiales elásticos conoces?
3. En tu entorno, ¿cuáles son los usos de los materiales elásticos?

Una vez que hayas contestado de manera individual, forma equipo para trabajar (forma equipo con las personas con quienes has trabajado a lo largo del curso o forma uno nuevo), compartan y complementen sus respuestas con los compañeros de equipo. Cuando ya tengan una idea del tema, busquen información en libros o en Internet sobre los materiales elásticos y algunos ejemplos de sus aplicaciones.

Para explorar un poco más el tema, te sugerimos revisar alguna de las siguientes referencias:

- José Antonio Chamizo, *Química mexicana*, México, Conaculta-Tercer Milenio, 2002.
- Segio García, “Referencias históricas y evolución de los plásticos”, en *Revista Iberoamericana de Polímeros*, vol. 10, núm. 1, enero de 2009, disponible en <<http://www.ehu.es/reviberpol/pdf/ENE09/garcia.pdf>>.
- Roselia Medina, “Plásticos biodegradables”, en *¿Cómo ves?*, núm. 79, junio de 2005, disponible en <[http://www.cientec.or.cr/ambiente/pdf/plasticos\\_biodegradables2005-CIENTEC.pdf](http://www.cientec.or.cr/ambiente/pdf/plasticos_biodegradables2005-CIENTEC.pdf)>.

#### Fase 2: definir el problema o pregunta del proyecto

Una vez que tengan información general sobre el tema de los materiales elásticos, sería bueno que se plantearan algunas preguntas que les ayuden a guiar la investigación, por ejemplo:

- a) ¿Es lo mismo *material plástico* que *elástico*? ¿cuáles son las diferencias?
- b) ¿Hay materiales elásticos naturales o sólo son sintéticos?
- c) ¿Cuáles serían ejemplos de materiales elásticos sintéticos? ¿Para qué se usan? (figura 5.2).
- d) ¿Cuáles son las reacciones químicas que originan la síntesis de este tipo de materiales?



Figura 5.2 En la fabricación de neumáticos se utilizan materiales elásticos.

- e) ¿Cómo podemos hacer un material elástico en el laboratorio escolar?
- f) ¿Cómo sé qué material elástico me conviene usar? (Compara marcas diferentes de ligas y comprueba su resistencia.)

Una vez que hayan planteado preguntas generales, elijan un producto que esté fabricado con un material elástico, como una pelota, una liga para hacer ejercicio, un condón, y a partir de su elección escojan y adapten las preguntas.

Por ejemplo, los estudiantes de una secundaria de Chalco, Estado de México, decidieron estudiar más sobre los condones. Para ello plantearon las siguientes cuestiones:

- a) ¿Qué propiedades debe tener el látex para ser considerado "ideal" para la fabricación de condones?
- b) ¿De dónde se obtiene el látex: es un producto natural o sintético?
- c) ¿Cuáles podrían ser los problemas de usar condones de látex?
- d) ¿Se usan otros materiales para fabricar condones?, ¿qué características tienen esos materiales?
- e) Además de la fabricación de condones, ¿qué otras aplicaciones tiene el látex?

Cuando tengan definidas sus preguntas, hagan la planeación del proyecto, de acuerdo con las actividades comunes de las fases de un proyecto de la página 67 de este libro.



**Figura 5.3** Al hacer tu proyecto, o como parte de la pregunta inicial, conviene que reflexionen en tu equipo sobre los problemas ambientales que acarrea usar plásticos.

### Fase 3: participar en el desarrollo del proyecto y dar respuesta al problema

Para responder las preguntas de investigación tienen varios recursos: hacer búsquedas en Internet y en la biblioteca; efectuar una investigación de campo sobre el uso de un determinado producto elástico y hacer experimentos para producir materiales elásticos y ver sus propiedades.

Por ejemplo, en el caso de los estudiantes de Chalco, hicieron una búsqueda en Internet, en la biblioteca y en la hemeroteca para obtener información general. En su búsqueda de información, encontraron que en el municipio se había establecido una fábrica de condones en la que se maquilan los preservativos que después se venden a diferentes marcas. Decidieron solicitar una entrevista para la que les permitieran conocer la fábrica y el proceso de manufactura.

Una vez que conocieron el proceso de fabricación y contestaron sus preguntas iniciales, se preguntaron qué tanto contaminarían los condones. Por esta razón planearon nuevamente otras preguntas que guiaron su investigación. Algunas de ellas son:

- a) ¿Cuánto tarda en degradarse este tipo de materiales?
- b) ¿Qué cantidad de desechos se producen con el uso de estos productos?
- c) ¿Cuáles serían las alternativas para no afectar al ambiente con estos materiales?
- d) ¿Se puede sustituir el uso de este material por algún otro?

Estas preguntas pueden formar parte de tu proyecto y ser detonantes para otros proyectos de investigación relacionados; por ejemplo, con la contaminación por plásticos en su propia comunidad (figura 5.3).

Otro ejemplo es lo que decidieron los estudiantes en una escuela secundaria de León, Guanajuato, a ellos les llamó la atención saber si se podrían sintetizar materiales elásticos en el laboratorio escolar y se pusieron a buscar experimentos en diferentes fuentes, uno de los procedimientos que encontraron fue el siguiente:

#### Preparación de un polímero

**Material y reactivos por equipo:** dos vasos, dos cucharas: una pequeña (de café) y una grande (sopera), una cucharadita cafetera de bórax en polvo (se consigue en la tlapalería), una cucharada sopera de pegamento blanco, seis cucharadas de agua (75 mL)

#### Procedimiento

1. Hagan una hipótesis de lo que piensan que ocurrirá en el experimento, y predigan las posibles propiedades del producto de la reacción que llevarán a cabo.
2. En un vaso mezclen una cucharadita de bórax en 5 cucharadas de agua. Muevan constantemente y durante varios minutos hasta que quede una mezcla homogénea.
3. En otro vaso, agreguen una cucharada de agua y una cucharada de pegamento blanco, y muevan hasta que queden perfectamente mezclados.
4. Tomen dos cucharadas de la mezcla de bórax y agréguelo a la mezcla de pegamento.
5. Agiten muy bien y observen cómo cambia la consistencia y apariencia de las sustancias.
6. Cuando empiecen a notar que se forma una masa suave, sáquenla del vaso y amásenla con las manos durante algunos minutos.
7. Dejen secar un poco la masa y después pueden hacer figuras con ella.

Antes de ponerlo en práctica, preguntaron al profesor e investigaron los riesgos, consiguieron los materiales y llevaron a cabo el experimento tal como indicaba el procedimiento para posteriormente diseñar un plan de experimentación: hicieron variaciones de las cantidades, tiempos de mezclado, etcétera, con el propósito de identificar si había cambios en el producto final al variar las condiciones. Anotaron todas las observaciones y analizaron sus resultados.

Consulta algunos otros experimentos para síntesis de materiales en la siguiente página electrónica:

- M. A. Gómez, "Plásticos con memoria", en *El Rincón de la Ciencia*, núm. 15, febrero de 2002, disponible en <<http://rincondelaciencia.educa.madrid.org/Practica/PR-18/PR-18.html>>.
- "Cómo crear plástico lácteo", disponible en <<http://www.experimentoscaseros.info/2012/09/como-crear-plastico-lacteo.html>>.

#### Fase 4: comunicar y evaluar el proyecto

Para comunicar los resultados de su investigación, elaboren trípticos informativos para compartirlos con los compañeros de la escuela. Un tríptico cuenta hasta con seis caras para poner información, dependiendo del modelo que decidan



Figura 5.4 Modelos de apertura de trípticos

adoptar (figura 5.4), por ejemplo, si eligieran el primer modelo acomoden su información de la siguiente manera:

- Cara principal: carátula con los datos del equipo y el tema por tratar.
- Cara 2: el planteamiento del tema (pregunta, objetivo, hipótesis, etcétera).
- Cara 3: incluyan la metodología que siguieron para llegar a su respuesta (qué hicieron para investigar, fuentes de consulta, etcétera).
- Caras 4 y 5: los resultados de su investigación (aquí incluyan también las respuestas a preguntas como ¿qué son los materiales elásticos?, ¿para qué se usan?, ¿qué procesos se siguen para fabricarlos?, ¿cuáles son las consecuencias ambientales de usarlos indiscriminadamente? y sobre todo ¿qué medidas debemos tomar todos los ciudadanos para evitar sus consecuencias?).
- Última cara: conclusiones y la invitación al público a que reflexione sobre el problema.

La elaboración del tríptico es muy importante porque deben resumir la información, pero además deben hacerlo atractivo visualmente para el público: usen colores, fotografías o dibujos atractivos para que quienes lo lean aprendan sobre estos materiales y tomen conciencia de cómo los utilizan y los desechan. Repartan los trípticos entre los miembros de la comunidad y ofrezcan una explicación breve.

Para evaluar cómo trabajaron en este proyecto completen el cuadro siguiente. En la columna de observaciones anoten lo que dificultó su desempeño y sugieran cómo mejorar cada uno de los aspectos.

Aspectos	Bien	Regular	Mal	Observaciones
Exploramos el tema del proyecto, consultamos fuentes diversas, nos preocupamos por pensar en aspectos interesantes del tema.				
Planteamos preguntas de investigación relevantes y creativas.				
Hicimos una buena planificación, consideramos el tiempo disponible y los recursos.				
Comunicamos el proyecto a la audiencia adecuada y de la mejor forma posible.				
Otros aspectos relevantes (anótalos)				

- ¿Cómo evaluarías tu trabajo individual?
- ¿Fuiste participativo, aportaste ideas, cumpliste tus tareas, te portaste solidario y respetuoso, solucionaste conflictos, etcétera?
- ¿Qué habilidades científicas practicaste?

## Proyecto 2. ¿Qué aportaciones a la química se han generado en México?

**APRENDIZAJES ESPERADOS:** Plantea preguntas, realiza predicciones, formula hipótesis a 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, a fin de que describa, explique y prediga algunos procesos químicos relacionados con la transformación de materiales y 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, efectividad, durabilidad, beneficio social y la relación del costo con el impacto ambiental.

Tal vez a estas alturas del curso has encontrado algunas aspectos que te gustan de la química; tal vez incluso te has preguntado si no sería una opción para tu futuro mezclar sustancias, obtener materiales nuevos, diseñar moléculas que tengan ciertas propiedades, preparar un suero contra el veneno de los alacranes... estas facetas de la química pueden ser muy atractivas. ¿A qué se dedican los químicos en nuestro país?, ¿han hecho aportaciones relevantes a la química? Estas son algunas de las preguntas que resolver al llevar a cabo este proyecto.

### ¡Un elemento químico es descubierto en México!

En 1801, Andrés Manuel del Río Fernández (1764-1849), quien trabajaba en el Colegio de Minería de México, analizaba muestras de minerales pardos procedentes del municipio de Zimapán, en el estado de Hidalgo. Encontró que éstos formaban compuestos de muchos colores y de una enorme belleza. Supuso que había encontrado un elemento al que denominó *pancromio* (por la variedad de colores de sus compuestos) y más tarde cambió el nombre a *eritronio*, puesto que al calentarlos formaban compuestos de color rojo (*eritro* en griego significa "rojo") (figura 5.5).

Aunque Del Río Fernández estaba seguro de que se trataba de un nuevo elemento, le envió una muestra a Alexander von Humboldt, quien a su vez se la dio al químico Collier Descotis, del Instituto de Francia, para que hiciera el análisis. Descotis determinó que el eritronio no era un nuevo elemento, sino que se trataba de cromo (Cr), y así el eritronio quedó en el olvido por un tiempo.

Fue en 1830 que Nils Gabriel Selfstrom, quien trabajaba con Berzelius haciendo pruebas con minerales de la mina sueca de Taberg, redescubrió este elemento y lo denominó *vanadio*, en honor a la diosa sueca de la belleza, Vanadis.

Se hicieron algunos intentos por cambiar el nombre de este elemento, incluso el geólogo estadounidense George William Featherstonhaugh propuso que se le llamara *riorio* en honor al descubridor original. Todavía en 1948 el químico mexicano Manuel Sandoval Vallarta hizo gestiones para cambiar el nombre, pero, como podemos ver en cualquier tabla periódica, no tuvo éxito.



Figura 5.5 El vanadio no se encuentra nunca en estado nativo, sino en cerca de 65 minerales diferentes. Es un elemento fundamental en la industria y en muchos procesos biológicos.

El vanadio es fundamental para los automóviles, pues se añade al acero para producir aleaciones con propiedades especiales; también forma parte de la sangre de algunos animales marinos como los erizos. Desempeña un papel importante en la formación de productos como las gasolinas y además se utiliza como catalizador en las reacciones de formación de ácido sulfúrico, que es uno de los productos más importantes de la industria química.

Andrés Manuel del Río nació en Madrid, España, y vino a México en 1795 cuando le ofrecieron la cátedra de Mineralogía del Colegio de Minería de México. Allí fue maestro de mineralogía, geognosia y paleontología.

Si quieres saber más sobre Andrés Manuel del Río y el eritronio puedes consultar:

"Andrés Manuel del Río", en Biografías y vidas [en línea], disponible en <[http://www.biografiasyvidas.com/biografia/r/rio\\_andres\\_manuel.htm](http://www.biografiasyvidas.com/biografia/r/rio_andres_manuel.htm)>.

Alexandr Fersman, "El vanadio, fundamento del automóvil", en *Geoquímica recreativa*, Barcelona, Ediciones Roca, 1971, disponible en <<http://www.libros-maravillosos.com/geoquimica/capitulo23.html>>.



Figura 5.6 En las escuelas de química de México hay carreras relacionadas con la nutrición, biología, ambiente, metalurgia, farmacéutica, etcétera.

### Fase 1: exploración del tema

México es un país con tradición en el área de la química, así que hay muchos aspectos que puedes investigar. Aunque el proyecto en cuestión es sobre las aportaciones de México en esta área del conocimiento, aquí también damos una lista de ejemplos que pudieran resultar de interés por si quieren hacer variaciones en su proyecto. Piensen en lo que más les guste o llame la atención, denle una mirada y hagan una lluvia de ideas en equipo para que, una vez que hayan explorado el tema, pongan manos a la obra:

- Una investigación sobre las aplicaciones de la química en tiempos prehispánicos: la nixtamalización, los pigmentos como la grana cochinilla y el azul maya, el amplio conocimiento sobre herbolaria que fue plasmado en el Códice De la Cruz-Badiano.
  - La historia del Real Seminario de Minería, considerada la primera escuela química en México.
  - La síntesis de la primera hormona anticonceptiva (bloque 1).
  - Las aportaciones de los científicos actuales a la química: ¿qué hacen los químicos en las universidades y en la industria?
  - Las escuelas de química en México y las investigaciones que se llevan a cabo en ellas (figura 5.6).
- Si quieren saber más sobre la química y su historia pueden consultar:
- Andoni Garritz y J. A. Chamizo, *Del tequesquite al ADN. Algunas facetas de la química en México*, México, FCE, 1989 (La ciencia desde México) disponible en <[http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen2/ciencia3/072/htm/sec\\_5.htm](http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen2/ciencia3/072/htm/sec_5.htm)>.
  - José Antonio Chamizo, "Actividades químicas en la historia de México", en *Revista Ciencia y Desarrollo*, vol. 32, núm. 199, septiembre de 2006, disponible en <<http://www.cyd.conacyt.gob.mx/199/Articulos/Actividadesquimicas/Actividades00.htm>>.
  - Andoni Garritz, "Breve historia de la educación química en México", en *Boletín de la Sociedad Química de México*, vol. 1, núm. 2, 2007, pp. 3-24.

### Fase 2: definir el problema o pregunta del proyecto

Para definir ahora el problema o pregunta del proyecto, los estudiantes de la Escuela Secundaria Leona Vicario de la ciudad de Guadalajara decidieron que les gustaría entrevistar a personas relacionadas con el área de la química, ya fuera en la industria o en la investigación en las universidades. Hicieron una búsqueda en Internet y decidieron que, por parejas, entrevistarían a tres científicos que trabajan en una de las universidades locales y que no les quedaba lejos de la escuela. Los contactaron por correo y por teléfono. Durante la entrevista se dieron cuenta de que casi estaban muy contentos de hablar de su trabajo con los estudiantes de secundaria.

Entre sus preguntas destacaron las siguientes:

- ¿Qué hacen los investigadores en química y cómo se les ocurrió que eso era a lo que querían dedicarse?
- ¿Qué trabajos de investigación han tenido efectos positivos en la industria, la salud, la calidad de vida, etcétera?

Desde luego que tuvieron que hacer un guión de entrevista más detallado para responder estas preguntas y cuestionaron a los científicos sobre qué habían estudiado, cómo habían decidido qué querían ser. También preguntaron sobre sus actividades cotidianas en el laboratorio y de las otras actividades que les gustaría hacer de manera cotidiana. Sobre su trabajo investigaron de qué se trataba y por qué era importante o qué problemas estaban tratando de solucionar.

### Fase 3: participar en el desarrollo del proyecto y dar respuesta al problema

Los estudiantes de la Secundaria Leona Vicario planearon las citas con los investigadores. Calcularon que la entrevista duraría 45 minutos y se aseguraron de tener una grabadora y una cámara para tomar algunas fotos de los científicos y sus lugares de trabajo. Después de las entrevistas tuvieron que escucharlas de nuevo y transcribir las partes que les parecían más interesantes. Así asentaron la información en un documento electrónico que después les serviría para comunicar sus resultados en unos folletos informativos.

### Fase 4: comunicar y evaluar el proyecto

Los alumnos de la Escuela Secundaria Carmen Serdán en Tehuacán, Puebla, hicieron un proyecto colectivo sobre la historia de la química en México. Decidieron que para comunicar su proyecto harían un libro colectivo en el que cada equipo expondría su investigación sobre alguna faceta de la disciplina. Cada uno de los equipos del grupo hizo uno de los capítulos y lo escribió en dos cuartillas usando al menos dos ilustraciones. Los capítulos fueron los siguientes y en todos se enfatizaron los descubrimientos e inventos de México para el mundo (figura 5.7):

- La química prehispánica
- La química colonial
- Las escuelas de química en México
- La química en México en el siglo xx
- La química en los albores del siglo xxi



Figura 5.7 El doctor Mario Molina recibió el Premio Nobel de Química por el descubrimiento del efecto que causaban los compuestos llamados freones sobre la capa de ozono.

Cada equipo leyó con cuidado los textos de otro de los equipos para asegurarse de que se entendía y de que no había faltas de ortografía. Una vez que tuvieron los textos, elaboraron un libro artesanal (figura 5.8), siguiendo algunas ideas que encontraron en Internet en sitios como <<http://www.redir.mx/SQAR242>>.

Hicieron una presentación del libro a la que invitaron a la directora de la escuela y a los padres de familia, se aseguraron de que cada uno de los alumnos tuviera un libro para llevarse a casa y platicaron con las madres y los padres sobre la química en México.

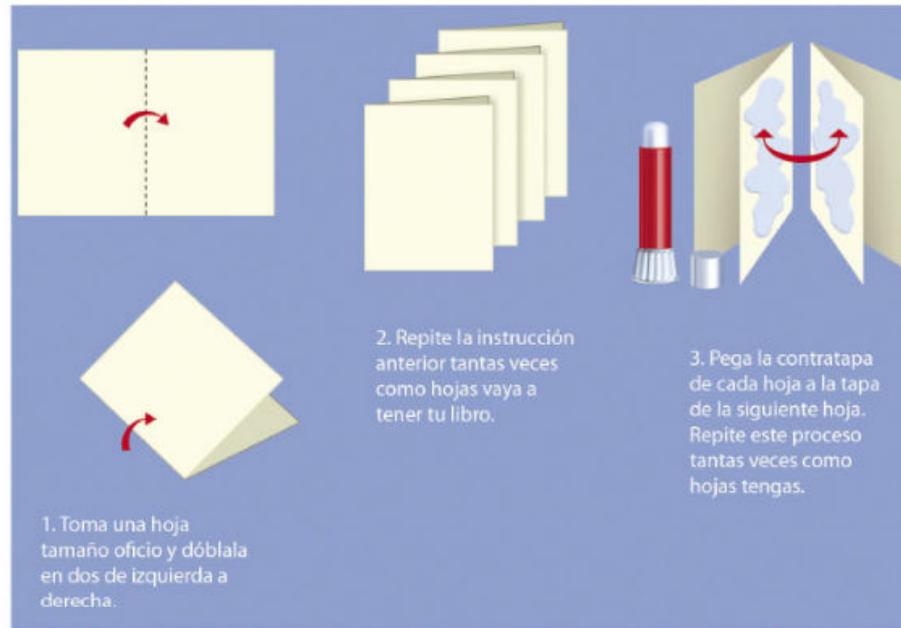


Figura 5.8 Utilicen materiales de reuso para hacer libros artesanales.

Para evaluar su participación en el proyecto, cada uno de los alumnos hizo una evaluación individual de su trabajo, usando la siguiente guía:

	Siempre	Casi siempre	Casi nunca	Nunca	Observaciones
Participé con entusiasmo proponiendo ideas.					
Escuché respetuosamente a mis compañeros.					
Ayudé a mis compañeros cuando me lo pidieron.					
Fui responsable y cumplí las tareas que el equipo me asignó.					
Otros aspectos					

### Proyecto 3. ¿Cuáles son los beneficios y riesgos del uso de fertilizantes y plaguicidas?

**APRENDIZAJES ESPERADOS:** Plantea preguntas, realiza predicciones, formula hipótesis a 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, a 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, y la relación del costo con el impacto ambiental.

#### La cascada del nitrógeno

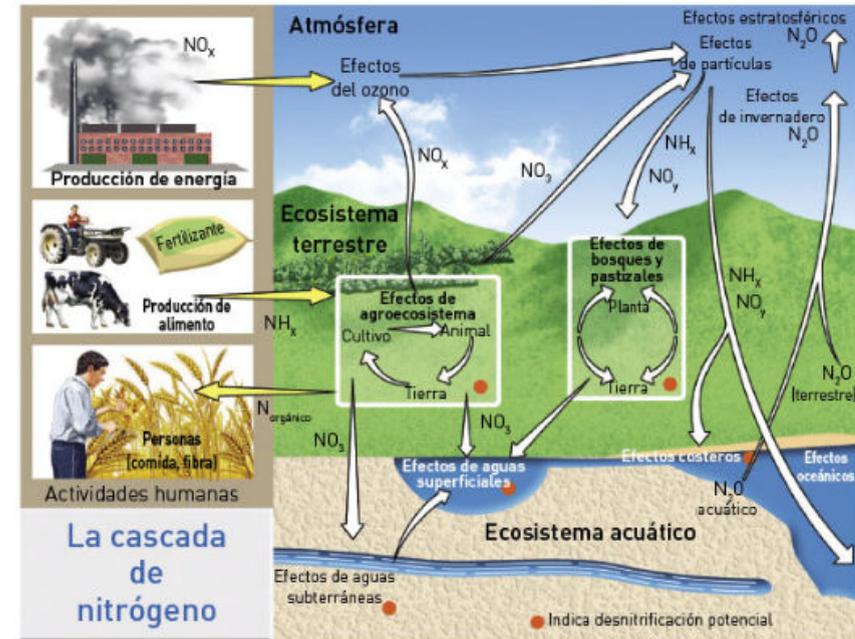
Es común escuchar sobre problemas ambientales como la pérdida de biodiversidad, el calentamiento global, el agujero en la capa de ozono, pero no es habitual escuchar sobre los problemas que causa el nitrógeno en el medio ambiente.

El nitrógeno ( $N_2$ ) es el mayor componente de la atmósfera (78%, aproximadamente) y, a diferencia del oxígeno, es un gas no reactivo. Sin embargo, los seres humanos han fabricado muchos materiales que producen nitrógeno que sí reacciona, como el amoníaco que se utiliza en los fertilizantes y los óxidos de nitrógeno, producto de la quema de combustibles fósiles.

El problema del nitrógeno reside en su "efecto cascada": un solo átomo de nitrógeno reactivo liberado en el ambiente causa una secuencia de eventos que dañan los ecosistemas y la salud de los seres humanos (figura 5.9). Un átomo de nitrógeno que comienza formando parte del **smog fotoquímico** se deposita en lagos y bosques como ácido nítrico, con lo cual se provoca la muerte de peces e insectos. Al ser arrastrado a las costas, el mismo átomo de nitrógeno contribuye a generar mareas rojas y zonas muertas.

Finalmente, el nitrógeno vuelve a ser parte de los gases de efecto invernadero como óxido nítrico, que es también responsable del agujero en la capa de ozono.

Figura 5.9 Representación de la cascada del nitrógeno.



#### GLOSARIO

**Smog fotoquímico:** contaminante que se forma cuando los fotones de la luz solar chocan con moléculas de diferentes tipos de agentes contaminantes en la atmósfera. Los fotones hacen que se produzcan reacciones químicas. Las moléculas de contaminación se convierten en otros tipos de químicos nocivos.



**Figura 5.10** De los fertilizantes que se añaden a los cultivos, solamente se aprovecha un 15%, el resto se escurre al suelo y, posteriormente, a los cuerpos de agua cercanos o al agua del subsuelo.

Hasta ahora, los fertilizantes nitrogenados han resultado indispensables para producir alimentos que consumen más de 7000 millones de personas en el planeta. Pero el uso indiscriminado que se ha hecho de esos fertilizantes ocasiona que la cantidad de nitrógeno en la atmósfera y en los cuerpos de agua haya aumentado escandalosamente, lo que genera problemas ambientales graves.

Para resolver los problemas causados por la cascada del nitrógeno hay muchas acciones que hacer; algunas tienen que ver con el uso de catalizadores en los automóviles y en las industrias para evitar arrojar compuestos con nitrógeno a la atmósfera. Otras soluciones tienen que ver con un uso más racional de los fertilizantes (figura 5.10).

Otras soluciones son disminuir el número de aplicaciones de fertilizante y aplicarlo solamente en momentos clave, disminuir el riego después de utilizar el fertilizante o utilizar fertilizantes de liberación lenta. También es importante mantener la fertilidad del suelo mediante el uso de abonos verdes, la rotación de cultivos y el uso de estiércol.

Asimismo, el consumo de animales de crianza se relaciona con la gran cantidad de nitrógeno que se emite al ambiente, puesto que los animales de pastoreo requieren una gran cantidad de cultivos, que, a su vez, requieren una enorme cantidad de fertilizantes. Mientras más grande es el animal, más cantidad de nitrógeno se libera al ambiente: la carne roja genera dos veces más nitrógeno que la carne de cerdo y tres veces más que la carne de pollo.

Si quieres saber más sobre la cascada del nitrógeno y cómo disminuir la huella de nitrógeno consulta:

- Guillermo Murray Tortarolo y G. Murray Prisant, "La cascada del nitrógeno", en *¿Cómo Ves?*, núm. 168, noviembre de 2012, disponible en <http://cienciasteb.files.wordpress.com/2013/01/cascada-del-nitrogeno.pdf>.
- Julia Martínez y Adrián Fernández Breamuntz, *Cambio climático: una visión desde México*, México, Secretaría de Medio Ambiente-Instituto Nacional de Ecología, 2004, disponible en <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/download/437.pdf>.
- A. Bleeker et al., "Actividades relacionadas con el ciclo del nitrógeno en Europa", en *Seguridad y Medio Ambiente*, núm. 111, tercer trimestre de 2008, disponible en <http://www.mapfre.com/fundacion/html/revistas/seguridad/n111/articulo3.html>.
- "El ciclo del nitrógeno", en Lentech, disponible en <http://www.lenntech.es/ciclo-nitrogeno.htm>.

### Fase 1: exploración del tema

Ahora que has leído un poco sobre los beneficios y problemas que origina el uso excesivo de fertilizantes, piensa en algo que te interese sobre el tema. Si vives en una comunidad campesina es probable que conozcas de fertilizantes, de la forma que se aplican en los cultivos y de lo importante que son para tener una buena producción. Como una opción, platica con productores de tu comunidad sobre si saben de los efectos que el uso excesivo de fertilizantes ocasiona en el ambiente, y también pregunta si conocen o utilizan algunos fertilizantes alternativos. Además de los fertilizantes otro aspecto importante en los cultivos es el uso de plaguicidas, cuyo uso indiscriminado ha generado que algunos insectos se vuelvan resistentes y también que los plaguicidas se fil-

tren en el suelo sin ser aprovechados. Por ello es importante pensar en alternativas menos contaminantes.

Una vez que hayas explorado el tema, comenta tus resultados con tus compañeros de equipo; en grupo podrían hacer algunas entrevistas y encontrar aspectos que valga la pena compartir con la comunidad. Aunque también podría interesarte entender y explicar mejor cómo el ciclo del nitrógeno es afectado por las actividades de los seres humanos y en hacer una investigación más profunda sobre este punto y sobre las distintas formas de mitigar los efectos del nitrógeno.

Algunas preguntas guía para el proyecto son:

- ¿Es posible cultivar sin utilizar fertilizantes y plaguicidas?
- ¿Cuáles son los componentes de los plaguicidas y los fertilizantes?
- ¿Cuáles son sus efectos en el medio ambiente y cómo se evitan?
- ¿Cuáles son las ventajas y desventajas de los plaguicidas orgánicos?

### Fase 2: definir el problema o pregunta del proyecto

Como todos los problemas ambientales, la cascada del nitrógeno no tiene una solución sencilla. Pensemos una solución como dejar de usar fertilizantes y de emitir óxidos de nitrógeno a la atmósfera, aunque esto implicaría que probablemente no se puedan producir todos los alimentos que se requieren. Piensen en los distintos aspectos del problema y elijan investigar aquellos que les resulten más interesantes.

Por ejemplo, investiguen cómo se producen los fertilizantes utilizando el proceso de Haber-Bosch, o el efecto del exceso de fertilizantes en los cuerpos de agua en un proceso conocido como *eutricación*. En todos los casos asegúrense de compartir información con sus compañeros para generar una serie de preguntas que les permitan revisar los distintos aspectos de un mismo fenómeno.

### Fase 3: participar en el desarrollo del proyecto y dar respuesta al problema

Muchos de los estudiantes de la Secundaria Arroyo de San Pedro en Malinaltepec, en el estado de Guerrero, son campesinos, por ello decidieron hacer un experimento en el que verificarían la posibilidad de utilizar otro tipo de fertilización en la producción de alguna planta. Para esto pensaron en plántulas de lenteja e hicieron macetas con condiciones idénticas (el mismo tipo y cantidad de suelo, el mismo número de semillas y condiciones de luz y humedad), y solamente variaron el fertilizante que utilizaron. En una de las macetas pusieron el fertilizante que utilizaban sus padres en la milpa, en otra emplearon estiércol de animales, y en una tercera usaron **composta**. Después hicieron una gráfica en la que reportaron el crecimiento de las plantas día con día y compararon el precio de los distintos fertilizantes para decidir cuál fertilizante era mejor en términos del beneficio para el crecimiento de las plantas, pero también pensando en los beneficios o daños que generan al ambiente.

En este documento encontrarán cómo hacer composta (fertilizante orgánico):

<http://www.redir.mx/SQAR245a>.

Y aquí encontrarán cómo hacer bioplaguicidas.

<http://www.redir.mx/SQAR245b>;

<http://www.redir.mx/SQAR245c>.

#### GLOSARIO

**Composta:** la composta es un abono orgánico que se prepara con restos de comida, frutas y verduras, aserrín, cáscaras de huevo, trozos de madera, poda de jardín (ramas, césped, hojas, raíces, pétalos, etcétera).

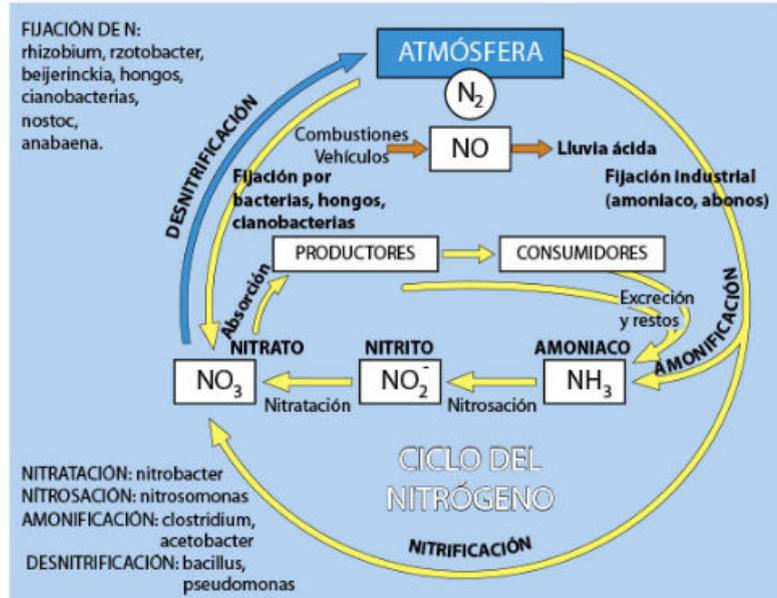


Figura 5.11 En las infografías es importante utilizar diagramas y explicaciones sencillas y breves.

#### Fase 4: comunicar y evaluar el proyecto

Para comunicar el proyecto, los estudiantes de la Secundaria Pablo Torres Burgos en Ocoatepec, Morelos, decidieron hacer una infografía en la que explicaran el problema de la cascada del nitrógeno (figura 5.11) y después utilizaron lo que habían investigado para hacer énfasis en las actividades de las personas que alteran ese ciclo y sobre las que se puede tener algún efecto.

Consulta algunas sugerencias para construir una infografía en el anexo de la página 266. Los estudiantes de la escuela de Ocoatepec colocaron la infografía en la entrada de la escuela (del tamaño de un periódico mural) y también hicieron unas más pequeñas que repartieron un sábado en la mañana en un parque para que las personas supieran qué pueden hacer para contribuir a disminuir los efectos nocivos del nitrógeno en el planeta.

Para evaluar su participación en el proyecto, cada uno de los alumnos hizo una evaluación individual de su trabajo usando la siguiente guía:

	Siempre	Casi siempre	Casi nunca	Nunca	Observaciones
Participé con entusiasmo proponiendo ideas.					
Escuché respetuosamente a mis compañeros.					
Ayudé a mis compañeros cuando me lo pidieron.					
Fui responsable y cumplí las tareas que el equipo me asignó.					
Otros aspectos					

De igual manera, evaluaron el trabajo en equipo para detectar áreas de oportunidad que los ayudaran a mejorar en presentaciones futuras. Para ello se basaron en preguntas como:

- ¿Nuestras investigaciones fueron suficientes? ¿Qué faltó hacer?
- ¿Replanteamos el proyecto cuando nos dimos cuenta de que podíamos mejorarlo?
- ¿Trabajamos en un ambiente de cordialidad, respeto y solidaridad? ¿Por qué?
- ¿Resolvimos a tiempo y de buena manera los problemas que se presentaron? ¿Cómo lo hicimos?
- ¿Nuestro proyecto fue significativo para los asistentes? ¿Por qué?

#### Proyecto 4. ¿De qué están hechos los cosméticos y cómo se elaboran?

**APRENDIZAJES ESPERADOS:** Plantea preguntas, realiza predicciones, formula hipótesis a 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, a fin de que describa, explique y prediga algunos procesos químicos relacionados con la transformación de materiales y 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, y la relación del costo con el impacto ambiental.

Muchas veces usamos productos a diario y nunca nos cuestionamos si es verdaderamente necesario usarlos, si los consumimos sólo porque la televisión, el radio o la publicidad en general nos inducen o porque en realidad nos producen los efectos que ofertan; así ocurre con los productos cosméticos: "hacer que el cabello deje de caerse", "quitar las arrugas en pocos días", "tener la piel suave como un bebé a los 50 años", "dejar los dientes más blancos que la nieve", etcétera.

En realidad, aunque es cierto que algunos productos cosméticos tienen efectos positivos, como quitarse la mugre con el jabón, también es cierto que habrá otros "efectos" que sencillamente no sean más que frases publicitarias para vender un producto a como dé lugar (figura 5.12).

Para saber si realmente un producto "hace" lo que "se dice", lo mejor será siempre saber de qué está hecho y cuáles sustancias realmente tienen un efecto benéfico y en qué medida, pero también qué sustancias resultan, incluso, tóxicas o nocivas para nuestro organismo o el medio ambiente, aun cuando la publicidad diga que es "natural". Un ejemplo de que no todo lo que nos venden es "inofensivo", como lo anuncian en los comerciales, lo encontramos en la siguiente nota del periódico:

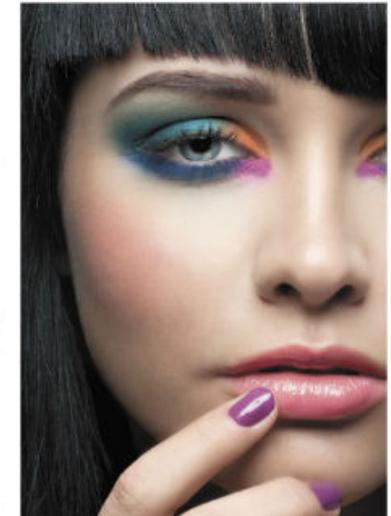


Figura 5.12 La publicidad contribuye a la creación de estereotipos sociales, culturales, raciales y de patrones de belleza.

#### Advierte IMSS sobre riesgos en el uso de cosméticos

El uso de cosméticos puede provocar reacciones en la piel por el contenido de elementos tóxicos como níquel, cobalto y cromo, alertó el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) de Jalisco.

La dermatóloga Ana Rosa Alvarado, del Hospital General de zona 14 en Jalisco, detalló que los elementos tóxicos fueron encontrados en productos como sombras, lápices de color y correctores. Alvarado explicó que las tonalidades contaminadas fueron verdes y azules, ya que para obtener éstas las industrias necesitan metales que, al entrar en contacto con la piel, provocan reacciones como dermatitis alérgica, acné, ardor, hinchazón y comezón intensa, dependiendo de la cantidad y calidad del producto.

Alrededor de 5 por ciento de las pacientes atendidas en el servicio de dermatología de la zona fue por reacciones a cosméticos; los párpados son los más afectados en personas de piel delicada, agregó la especialista. Explicó que los adolescentes deberían evitar el uso de maquillaje ya que a los 13 años incrementa la producción de grasa en la piel, por lo que los cosméticos obstruyen poros y desarrollan acné.

La dermatóloga recomendó maquillajes hipoalérgicos con factor libre de grasa, evitar prestar brochas, esponjas u otros artículos aplicadores porque son vías de transmisión de bacterias y pidió retirar el producto con agua y jabón antes de dormir.

Tomado de Kirely Macedo, "Advierte IMSS sobre riesgos en el uso de cosméticos", en *El Independiente de Hidalgo*, 22 de octubre de 2012, disponible en <http://www.elindependiente dehidalgo.com.mx/2012/10/60095> (Consulta: 29 de mayo de 2013).



**Figura 5.13** Para ser comercializados, los cosméticos deben contar con un registro sanitario que se tramita ante la Secretaría de Salud o en el organismo correspondiente, también hay normas generales dictadas por la Organización Mundial de la Salud.

### Fase 1: exploración del tema

Después de hacerse una idea de lo importante que es conocer la composición química de los cosméticos, para empezar a plantear cómo desarrollar el proyecto, les sugerimos que entrevisten a familiares y conocidos sobre el uso de los mismos. Comiencen por hacer un cuestionario de pocas preguntas. Aquí les proponemos algunas, pero pueden incluir otras:

1. ¿Qué entienden por la palabra *cosmético*?
2. ¿Qué tipos de cosméticos usan cotidianamente, por qué y para qué?
3. ¿Saben de qué sustancias están hechos?
4. Antiguamente, ¿qué tipo de materiales se usaban como cosméticos? (figura 5.13).

Una vez que hayan entrevistado a varias personas, conjunten la información del equipo y elaboren una estadística con la cual definir su proyecto poco a poco, en función, por ejemplo, del tipo de cosmético que más usan las personas de tu comunidad.

### Fase 2: definir el problema o pregunta del proyecto

Podemos decir que los cosméticos son las sustancias cuyo propósito es limpiar, perfumar, modificar el aspecto o mantener en buen estado alguna parte superficial del cuerpo humano como la piel, las uñas, el cabello, entre otros. El término *cosmético* incluye tanto al maquillaje como a los desodorantes, champús, geles, cremas, etcétera.

Debido a que la gama de cosméticos que pueden ser analizados resulta muy amplia, lo primero que deben delimitar es el tipo de cosmético que estudiarán; por ejemplo: maquillaje, cremas hidratantes, fijadores para el cabello (gel, *mousse*, *spray*), tintes, colonias y demás. Una vez que hayan delimitado su caso de estudio, empiecen la planeación, considerando algunas preguntas como las que mostramos a continuación:

- ¿Qué tipo de cosméticos vamos a analizar?
- ¿Qué tipo de producto nos interesa?
- ¿Cuáles marcas de productos analizaremos?
- ¿Qué posibilidades tenemos de hacer experimentos y fabricar nuestro propio producto?

### Fase 3: participar en el desarrollo del proyecto y dar respuesta al problema

Una vez que hayan definido el tipo de cosmético que analizarán es conveniente que hagan una investigación en la biblioteca y en Internet sobre la historia de ese producto (figura 5.14). Asimismo, consideren el uso de ese producto en México exclusivamente a lo largo de la historia. Otra opción es hacer una investigación de campo en la que revisen los ingredientes de su producto en diversas marcas comerciales y, con ello, identificar las sustancias básicas. Además, para saber si pueden hacer sus propios productos cosméticos, les sugerimos consultar las siguientes páginas:



**Figura 5.14** Las mujeres egipcias usaban desodorantes, tónicos para la piel y capilares, hechos con un sinnúmero de ingredientes, entre los que destacaban la leche de burra, miel, arcilla y aceites.

- Brillo labial:  
<<http://www.redir.mx/SQAR249a>>.
- Crema humectante:  
<<http://www.redir.mx/SQAR249b>>.

Si ustedes tienen en mente otro cosmético, presenten la propuesta a su profesor para que ver si es viable que trabajen en ello.

Por ejemplo, en una secundaria de Ixtapaluca, Estado de México, los estudiantes decidieron hacer un estudio sobre un gel antibacterial. Lo primero que hicieron fue buscar información sobre la composición de este gel, el concepto de *antibacterial*, y las propiedades químicas de las sustancias que lo constituyen. Posteriormente, hicieron una investigación de campo sobre diferentes marcas y elaboraron un listado de los ingredientes para identificar los componentes básicos (por ejemplo, etanol y glicerina) y los que son variables en cada producto (colorantes, esencias de hierbas, etcétera).

El siguiente aspecto fue investigar algún método que les permitiera elaborar el gel de manera sencilla y poder experimentar con él. Encontraron el siguiente:

#### Gel antibacterial

**Material y reactivos por equipo:** 6 cucharadas de alcohol etílico (etanol al 72%)\* [90 mL, aproximadamente], 3/4 de cucharada de carbopol\*\*, 1/4 cucharada de glicerina pura\* (1.125 mL), 1/4 cucharada de trietanolamina (aproximadamente)\*\*, tazón de vidrio con capacidad de 1 L, colador de malla fina, flanera o recipiente chico de vidrio, agitador de globo, envase de plástico con tapa de 100 mL de capacidad.

#### Procedimiento

1. Coloquen el colador de malla fina sobre una flanera o recipiente chico de vidrio, viertan el carbopol sobre

el colador y disuelvan los grumos con una cucharita a fin de pulverizarlo completamente.

2. Viertan el alcohol en el tazón y agiten con el globo fuertemente mientras agregan poco a poco el carbopol.
3. Agreguen la glicerina y agiten con suavidad el globo.
4. Cuando se disuelva por completo el carbopol y no se vean grumos, agreguen la trietanolamina, mientras agitan suavemente. En ese momento se forma el gel.
5. Viertan el alcohol en gel en la botella de plástico y tápenla.

\* Se consiguen en cualquier farmacia.  
\*\* Se consigue en droguerías.

Antes de elaborar el gel, investigaron las propiedades de cada sustancia, así como su toxicidad o posible riesgo a la salud. Una vez hecho el experimento, compararon su producto con los de marcas comerciales no sólo en cuanto a calidad (color, olor, textura, etcétera), sino también en cuanto a costos de producción, con el fin de analizar y reflexionar sobre la conveniencia de aprender a fabricar los productos que necesitamos y no gastar en productos que tienen la misma función, pero cuyo precio es muy alto debido a la marca.

Otro aspecto que deben considerar a la hora de hacer su proyecto es la cuestión del medio ambiente; por esta razón podrían preguntarse: ¿qué pasa con el agua de un río si estos productos llegan a él a través del drenaje una vez que los desechamos, por ejemplo, al lavarnos?, ¿cómo se afecta la flora y la fauna acuática si hay un exceso de estas sustancias en el agua?, ¿estos productos son biodegradables o cuánto tiempo permanecerán contaminando las aguas o los suelos? Y para tomar acciones sobre estas cuestiones, averiguaron las alternativas biodegradables al uso de estos cosméticos y diferentes propuestas de un uso responsable.

#### Fase 4: comunicar y evaluar el proyecto

Esta parte es muy importante y para ello tienen varias opciones. Sin embargo, una que les sugerimos es que hagan una especie de comercial sobre el producto cosmético que elaboraron, háganlo de una manera muy creativa, como si fueran a vender el producto. Presenten el comercial haciendo un video, un *podcast* o una presentación en computadora. En la información que proporcionen deben incluir, por ejemplo: a) usos e importancia del producto, b) historia del producto, b) principales ingredientes, c) riesgos de uso indiscriminado o efectos secundarios (a la salud y medio ambiente), d) procesos de elaboración (industriales y caseros), y e) costos.

En el caso de los estudiantes de Ixtapaluca, por ejemplo, como varios equipos hicieron diferentes productos cosméticos, se les ocurrió hacer un tianguis artesanal: prepararon varias muestras de sus productos, los envasaron y empacaron de manera atractiva y elaboraron carteles informativos (para ello, consideraron los aspectos que te mencionamos en el párrafo anterior). Para hacer el tianguis pidieron permiso en la escuela e invitaron a toda la comunidad a conocer sus productos, pero sobre todo, a que se informaran y conocieran más sobre el uso de los cosméticos.

Para evaluar el proyecto, les sugerimos usar la siguiente rúbrica. Cada aspecto tiene tres niveles que los ayudarán a identificar lo que significa hacer muy bien esa parte y en qué casos necesita mejorarse. Esta rúbrica puede utilizarse al inicio del proyecto para que identifiquen los aspectos relevantes y al final para que, como equipo, evalúen el trabajo concluido.

Aspectos	Muy bien	Bien	Necesita mejorarse
Definición de preguntas de investigación	El equipo hizo más de tres preguntas de investigación razonables, creativas y originales.	El equipo hizo al menos tres preguntas de investigación razonables.	El equipo hizo (con ayuda de la maestra o maestro) al menos tres preguntas razonables.
Planeación del tiempo	El equipo elaboró una planeación del tiempo completa que incluye las fechas de conclusión de cada fase del proyecto. Todos los miembros del equipo conocían la planeación y se apegaron a ella.	El equipo elaboró una planeación del tiempo completa que incluye las fechas de conclusión de la mayoría de las fases del proyecto. Todos los miembros del equipo conocían la planeación y se apegaron a ella.	El equipo elaboró una planeación del tiempo que incluye las fechas de conclusión de las fases del proyecto. Casi todos los miembros del equipo conocían la planeación y se apegaron a ella.
Organización de la información	El equipo tuvo un plan para organizar la información conforme fue siendo recolectada. Todos los estudiantes conocían este plan.	El equipo contó con un plan para organizar la información al final de la investigación. Todos los estudiantes conocían este plan.	El equipo requirió ayuda del profesor para diseñar un plan para organizar la información. Todos los estudiantes conocían este plan.
Identificación de fuentes	El equipo identificó más de dos fuentes confiables e interesantes para obtener información.	El equipo identificó al menos dos fuentes confiables para obtener información.	El equipo identificó fuentes sin confirmar su confiabilidad.

Una vez que hayan hecho la evaluación por equipo, escriban un párrafo en el que mencionen qué fue lo que aprendieron al hacer este proyecto. Traten de ser lo más específicos posible y de incluir todos los aprendizajes relacionados con los conceptos de química, con la búsqueda de información o con el trabajo en equipo.

#### Proyecto 5. ¿Cuáles son las propiedades de algunos materiales que utilizaban las culturas mesoamericanas?

**APRENDIZAJES ESPERADOS:** Plantea preguntas, realiza predicciones, formula hipótesis a 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, a fin de que describa, explique y prediga algunos procesos químicos relacionados con la transformación de materiales y 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, efectividad, durabilidad, beneficio social y la relación del costo con el impacto ambiental.

Para que te introduzcas en el estudio del tema, lee el siguiente texto sobre el comercio azteca:

##### Una clase en ascenso: los comerciantes

Una multitud de mexicanos se ocupaban en el comercio, ya sea de manera ocasional, ya permanente: campesinos que vendían en el mercado su maíz, sus verduras, sus aves; mujeres que, en la calle, ofrecían toda clase de platos y guisos; comerciantes de telas, de sandalias, de pieles, de bebidas, de vasijas, de cuerdas, de pipas, de utensilios diversos; pescadores que llevaban todos los días peces, ranas y crustáceos del lago.

Esos comerciantes de pequeña y mediana categoría no formaban una clase específica de la población. El título de *pochteca*, comerciantes, estaba reservado a los miembros de las poderosas organizaciones que tenían la carga y monopolio del comercio exterior.

Organizaban y dirigían las caravanas de cargadores que, desde el valle central, llegaban a las provincias lejanas, semifabulosas, de la costa del Golfo de México y del Océano Pacífico. Vendían telas, mantas de piel de conejo, vestidos de lujo (principalmente de algodón), joyas de oro, orejeras de obsidiana y de cobre, cuchillos de obsidiana (y pedernal), tintura de cochinilla, hierbas medicinales o para hacer perfume; de allá traían artículos de lujo: el *chalchihuitl*, jade verde, las esmeraldas, *quetzaliztli*, los caracoles marinos, las conchas de tortuga de mar con que se hacían las paletas para preparar el cacao, las pieles de jaguar y de puma, el ámbar, las plumas de papagayo de quetzal, de *xiuhtotl*.

Tomado de Jacques Soustelle, *La vida cotidiana de los aztecas en vísperas de la conquista* (adaptación), México, Fondo de Cultura Económica, 2a ed., 1970, pp. 70-71.

Después de leer el texto, reflexiona sobre las siguientes cuestiones:

- ¿Qué otros materiales, además de los mencionados en el texto, sabes que usaban los pueblos mesoamericanos; por ejemplo, otros metales o pigmentos? ¿Se usan en la actualidad con los mismos fines o han sido sustituidos por otros materiales?

- b) ¿Qué otros usos tenían los materiales mencionados en el texto, por ejemplo, el oro, la obsidiana, el cobre, etcétera?
- c) ¿Qué tipo de materiales se usaban para los alimentos: tanto para comer como para prepararlos?

### Fase 1: exploración del tema

Antes de iniciar el proyecto, formen un equipo de trabajo (ya sea con quienes hayan trabajado en el curso o formen uno nuevo). Una vez que esté constituido el equipo, para empezar la investigación, les sugerimos hacer un recorrido por algunos museos de historia o sitios arqueológicos que se encuentren cerca de su comunidad, ahí encontrarán muchos objetos prehispánicos y el tipo de materiales que se usaban en el México antiguo.

Si no te queda tan cerca algún museo de este tipo, conoce algunas piezas prehispánicas del Museo Nacional de Antropología e Historia, en los siguientes enlaces:

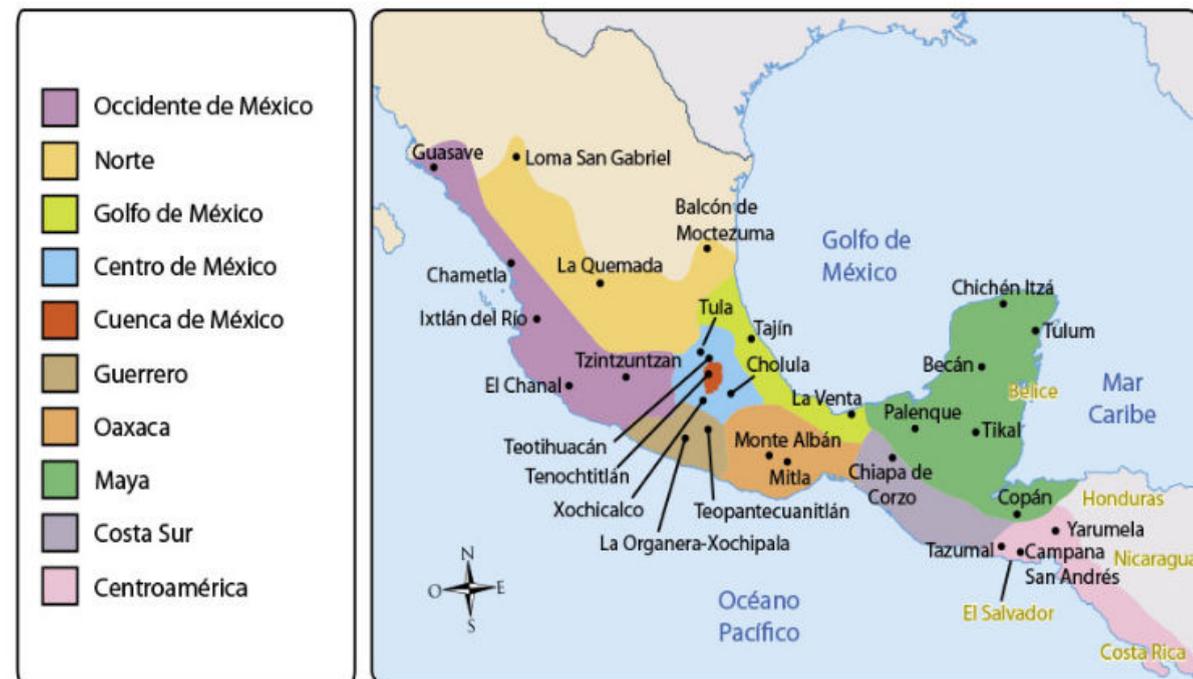
- <<http://www.redir.mx/SQAR252a>>
- <<http://www.redir.mx/SQAR252b>>

### Fase 2: definir el problema o pregunta del proyecto

Por *culturas mesoamericanas* se entienden las culturas que se desarrollaron en la mayor parte del territorio mexicano, Guatemala, El Salvador, Belice y la parte occidental de Honduras, Nicaragua y Costa Rica (figura 5.15). Dentro de esta región se encontraron varias culturas en diferente temporalidad, por ejemplo, las culturas azteca, maya, olmeca, tolteca, teotihuacana, zapoteca, mixteca y chichimeca, entre otras.

Figura 5.15 Mapa de Mesoamérica.

### Mesoamérica y sus áreas culturales antes de 1521



Dado que son varias culturas comprendidas en esta región, definan primero sobre cuál cultura buscarán información e identifiquen si los materiales usados eran los mismos en toda la región. Te sugerimos que hagas la planeación en el programa de computación de tu preferencia para que lleves un control durante todo el proyecto y para que con facilidad des seguimiento a las tareas pendientes. Empiecen por identificar el tipo de objetos prehispánicos más usados (figura 5.16), para después buscar el tipo de materiales; un ejemplo de clasificación sería el siguiente:



Figura 5.16 Representación de un mercado en Tenochtitlán. En los mercados se comerciaba con materiales que se usaban cotidianamente.

1. Textiles (ropa, cobijas)
2. Herramientas (hachas, cuchillos, navajas y otras)
3. Material para escribir y pintar (soporte de códices y pigmentos)
4. Recipientes (vasijas, platos, ollas, incensarios, cestas y canastas)
5. Ornamento (joyería)
6. Materiales para la salud: plantas, hierbas y semillas

Hagan primero una lluvia de ideas entre ustedes y luego pregunten a personas más especializadas, profesores de historia o antropología, por ejemplo.

### Fase 3: participar en el desarrollo del proyecto y dar respuesta al problema

Para averiguar los materiales que se usaban en Mesoamérica, hagan una búsqueda en diferentes fuentes de información: libros, revistas especializadas, internet, museos, etcétera. A continuación les presentamos algunos materiales de consulta:

- José Antonio Chamizo, *Química mexicana*, México, Conaculta-Tercer Milenio, 2002.
- *Arqueología mexicana (la producción artesanal en Mesoamérica)*, vol. XIV, núm. 80, julio-agosto de 2006. Puedes consultar el sumario en <<http://arqueologiamexicana.mx/ediciones-regulares/80-artesania-en-mesoamerica>>.
- *Arqueología Mexicana (la pintura maya)*, vol. XVI, núm. 93, septiembre-octubre de 2008. Puedes consultar el sumario en <<http://arqueologiamexicana.mx/ediciones-regulares/93-la-pintura-maya>>.

En ellos encontrarás parte de la información que estás buscando, pero es muy importante que también te acerques a otras fuentes confiables para que tu trabajo esté ampliamente sustentado.

Una vez que reconozcas los materiales y los usos que se les daban, comienza una búsqueda de las propiedades de los mismos. Las propiedades que deberás buscar dependen del tipo de material, algunos ejemplos son:

Material	Propiedades
Mineral	Composición química, color, brillo, dureza, densidad
Metal	Densidad, puntos de fusión y ebullición, maleabilidad, ductilidad, conductividad térmica y eléctrica, solubilidad
Pigmento	Mineral u orgánico, coloraciones posibles, solubilidad, toxicidad
Fibras	Tipo de planta de la que proviene, resistencia, composición, color

Por ejemplo, en una escuela secundaria de Chilpancingo, Guerrero, un grupo de estudiantes decidió hacer una investigación que giraba en torno a la elaboración de un platillo prehispánico: el pozole. Para hacer su investigación se guiaron con las siguientes preguntas:

1. ¿En qué situaciones los mesoamericanos comían pozole, era una comida común o sólo de las festividades?
2. ¿Qué materiales comestibles se requerían para hacer el pozole: maíz, agua, sal, etcétera?
3. ¿En qué tipo de recipientes se cocinaba este platillo: vasijas de barro, de metal, etcétera?
4. ¿Qué materiales se usaban para cortar, moler y mezclar el pozole?
5. ¿Qué se utilizaba para calentar y cocer los alimentos?
6. ¿Cómo eran las vasijas y recipientes en donde se servía el alimento? ¿Estaban decoradas con algún pigmento?

Para hacer su investigación contactaron por correo electrónico a un arqueólogo, a quien buscaron en redes sociales, y también entrevistaron a varios cocineros y, por supuesto, consultaron libros sobre gastronomía e historia antigua de México. Como resultado de ese trabajo pudieron responder las preguntas que se habían formulado, y entonces continuaron con la búsqueda de las propiedades de dichos materiales.

Durante esta fase escribieron el reporte, el cual fue revisado por familiares de los integrantes del equipo.

#### Fase 4: comunicar y evaluar el proyecto

Para comunicar los resultados de su investigación, les sugerimos que monten un museo de sitio: pueden hacer dibujos, sacar copias de imágenes de objetos prehispánicos, hacer modelos o maquetas que representen esos objetos o inclusive, si alguien tiene algunas reproducciones o artesanías, las pueden ocupar. Monten la exposición haciendo carteles y cédulas de los diferentes objetos en los que se indique, por ejemplo, la cultura a la que pertenece, la zona geográfica, el tipo de material, sus propiedades y para qué era usado. Las visitas que hagan a museos pueden ser de mucha ayuda para esta parte del proyecto.

Otra manera de comunicar el proyecto es lo que hicieron los estudiantes de Chilpancingo: optaron por poner su información a manera de códice colonial (figura 5.17), así que consiguieron hojas de papel amate e hicieron diversos dibujos acompañados de textos breves.

Hagan una evaluación grupal, considerando los siguientes aspectos:

	Muy bien	Bien	Regular
Contenido			
Presentación			
Estructura			
Originalidad			

Es importante también que para evaluar el trabajo, cada equipo haga una reflexión sobre los resultados que consiguieron y el proceso seguido para lograrlo y también que cada uno de los miembros del equipo hagan una reflexión sobre lo que hizo bien y lo que pudo haber hecho mejor.



Figura 5.17 Un códice colonial es aquel que tiene, además de los pictogramas, algunos textos explicativos que describen las escenas mostradas.

## Proyecto 6. ¿Cuál es el uso de la química en diferentes expresiones artísticas?

**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, y la relación del costo con el impacto ambiental.

Para empezar a incursionar en el mundo del arte, lee el siguiente texto sobre las artes visuales.

### Artes visuales

Cada vez que un escultor, un pintor, o un fotógrafo crea una obra de arte, la química ayuda a que esto ocurra. Las esculturas se pueden hacer de madera, de metal, de plástico, de arcilla, de mármol, de cristal, o de cualquier otro material. Los materiales se comportan de una cierta manera dependiendo del tipo de sustancias químicas de las cuales están constituidos. Las sustancias determinan cómo el material puede ser esculpido, doblado, tallado o suavizado.

El papel o el lienzo que el artista utiliza están hechos de sustancias químicas. Las figuras pueden dibujarse con crayones, pinturas, lápices, o tizas. Cada uno de éstos también contiene diferentes tipos de sustancias químicas las cuales producen diferentes efectos que el artista quiere crear. Los crayones están hechos de ceras que se producen de sustancias químicas derivadas del petróleo. Las pinturas están hechas tanto de agua como de aceite con ciertas sustancias químicas llamadas pigmentos. [...]

La fotografía es el arte de "pintar con luz". Ciertas sustancias químicas son sensibles a la luz. La cantidad de luz que incide sobre la sustancia química determina qué tan oscura se tornará. Las fotografías se producen cuando diferentes cantidades de luz inciden sobre la superficie cubierta con este tipo de reactivos químicos.

Todos los tipos de artes visuales pueden ser realizados gracias a la química. La próxima vez que veas una pintura, una escultura, o una fotografía, recuerda que ellas fueron creadas gracias a la química.

Tomado de American Chemical Society, "Artes visuales-producto de la química", en *Celebrando química*, 2001, disponible en <[http://portal.acs.org/preview/fileFetch/C/CSTA\\_015205/pdf/CSTA\\_015205.pdf](http://portal.acs.org/preview/fileFetch/C/CSTA_015205/pdf/CSTA_015205.pdf)> (Consulta: 25 de mayo de 2013).

Después de leer el texto, empieza por reflexionar sobre las siguientes cuestiones:

- Además de la escultura, pintura y fotografía, ¿en qué otras expresiones del arte se te ocurre que puede intervenir la química?
- ¿Qué propiedades químicas de los materiales sería importante considerar, por ejemplo, al hacer una escultura metálica o un mural al aire libre?

### Fase 1: exploración del tema

Para empezar tu proyecto de investigación, conviene que primero hagas un ejercicio mental en el que recuperes tus conocimientos tanto de química como de lo que entiendes por *arte*. Para ello, te sugerimos que hagas un mapa mental en el que expreses qué es para ti el arte, su importancia, cuáles son las diferentes expresiones artísticas y, sobre todo, cómo crees que la química puede influir en esas expresiones, por ejemplo, en los materiales, procesos, etcétera. Una vez que cada quien haga su propio mapa mental, formen un equipo de trabajo (puede ser el mismo con el que ya has trabajado o uno nuevo) y compartan sus mapas. Con todas las ideas y discusión sobre el tema, integren un solo mapa (que quede más completo). A partir de aquí podrán definir hacia dónde dirigir el proyecto de investigación.

### Fase 2: definir el problema o pregunta del proyecto

Aunque es un poco complicado definir lo que es el arte, hay una coincidencia en la clasificación más o menos general de las expresiones artísticas. De este modo podemos tener cuatro grandes grupos:

- Artes visuales: que incluye las clásicas como arquitectura, escultura, pintura (incluyendo el grabado), cinematografía y fotografía (figura 5.18). Aunque en la actualidad, también se incluyen las artes gráficas (carteles o cómics), oficios (ebanistería, orfebrería, cerámica, forja, joyería, vidriería, etcétera) y arte digital (por ejemplo, los videojuegos).
- Artes escénicas: la danza y el teatro.
- Artes musicales: que comprende el canto coral (es decir, la conjunción de voces sin otros instrumentos musicales), la música sinfónica y la ópera.
- Artes literarias: que comprenden la narrativa, la poesía y el drama.

Dado que el ámbito de las expresiones artísticas es muy grande, les sugerimos elijan uno de los grupos y, si es el caso, alguna de las expresiones particulares, por ejemplo, joyería, arquitectura o incluso, ¿por qué no?, literatura. Ya que hayan elegido, elaboren el cronograma de actividades y nombren responsables para cada tarea. Si consideran que podrían hacer mejor otra cosa que la que se les asignó, platíquenla y lleguen a un acuerdo.

Para sus investigaciones y consultas, consideren por ejemplo, lugares como museos de arte, escuelas de artes plásticas, escuelas de conservación y restauración de materiales.

### Fase 3: participar en el desarrollo del proyecto y dar respuesta al problema

Una vez que hayas definido qué tipo de expresión artística vas a trabajar, es importante que hagas una revisión bibliográfica sobre qué es y su historia. Posteriormente, habrás de identificar los materiales y procesos químicos que intervienen para la realización de este arte.



Figura 5.18 Este proyecto es una excelente oportunidad para dar a conocer talentos que quizá no conozcan sus compañeros y profesores.

Para que darte una idea general, te sugerimos algunos documentos impresos y digitales, y que visites museos:

- G. V., "La química del grabado", en *¿Cómo ves?*, núm. 26, enero de 2001.
- Museo del Vidrio, en Monterrey, N. L., cuya página web es <http://www.museodelvidrio.com/index.htm>.
- Museo Nacional de la Cerámica, en Tonalá, Jalisco; informes en <http://tonalajaliscoes1.wixsite.com/tonala/museo-nacional-de-la-ceramica>.
- Museo de los Metales, Torreón, Coahuila; recorrido virtual en <http://museodelosmetales.com/visita/>.

Por ejemplo, un equipo de estudiantes de una secundaria en Aguascalientes, Aguascalientes, decidió trabajar con las artes visuales, particularmente, investigar una técnica de grabado que está directamente relacionada con las reacciones químicas: el *aguafuerte* (figura 5.19).

Lo primero que hicieron fue investigar en la biblioteca y en internet: ¿a qué se le llama *aguafuerte*? y ¿qué sustancias químicas intervienen? Después, averiguaron algunos aspectos históricos: ¿quién la inventó?, ¿quiénes fueron los principales artistas que usaron esta técnica?, ¿qué obras reconocidas en el mundo existen?, etcétera. También investigaron sobre algunos artistas mexicanos que han usado esta técnica como José Guadalupe Posada, Francisco Toledo y José Luis Cuevas. Para conocer la obra de estos artistas consultaron varias páginas de internet y visitaron el museo de José Guadalupe Posada que se encuentra en Aguascalientes (de paso, aprovecharon para conocer la biografía y obra de este importante artista mexicano).

De igual manera, revisaron información electrónica que hallaron en:

- Museo José Guadalupe Posada; en la página web [http://www.aguascalientes.gob.mx/temas/cultura/espacios/museos/m\\_posada.aspx](http://www.aguascalientes.gob.mx/temas/cultura/espacios/museos/m_posada.aspx).
- En la página de José Luis Cuevas <http://www.joseluiscuevas.com.mx/grafica2.html> también se pueden encontrar ejemplos de obras artísticas con esta técnica.
- Otro museo en donde se pueden encontrar ejemplos de esta técnica es el Museo Nacional de la Estampa, <http://www.museonacionaldelestampa.bellasartes.gob.mx/>.

Una vez que hicieron una revisión de los aspectos generales de esta técnica, decidieron incursionar en la parte experimental y para ello, buscaron información para diseñar un experimento sencillo para reproducir la técnica del aguafuerte en una pequeña placa metálica, siempre asesorados por su profesor.

### Fase 4: comunicar y evaluar el proyecto

Dependiendo de la expresión artística que hayan elegido, monten una exposición (de pintura, de fotografías o de objetos relacionados con su tema), hagan una obra de teatro o editen un folleto en el que se manifieste el producto de la

#### POST DE BIBLIOTECA

García Fernández, H., García Feijoó, L., *La química en el arte*, SEP-ADN Editores, México (2007).



Figura 5.19 La técnica del *aguafuerte* consiste en hacer un dibujo sobre una placa metálica (generalmente cobre), el resto de la placa se cubre con barniz y el dibujo se expone al ácido nítrico diluido con agua, el ácido corroe el metal y se forma una especie de "sello" en la placa con el dibujo grabado.



Figura 5.20 La elección de la forma en que darán a conocer su trabajo está en función del proyecto seleccionado.

investigación (figura 5.20). Es muy importante que le pongan un nombre o título, que haya introducción en la que se hable de lo que significa dicha expresión artística, un poco de historia y después la manera en la que la química influye; por ejemplo, en el uso de diversos materiales cerámicos, poliméricos, metales, pigmentos, fibras, etcétera. En el caso de los alumnos de Aguascalientes, decidieron montar una exposición llamada "La química en el grabado", que consistía de tres secciones:

- "Las artes visuales: el grabado con aguafuerte". En esta sección se hablaba de qué es la técnica del grabado, su historia y los principales exponentes, enfatizando en el aguafuerte. Para ilustrar su exposición, usaron impresiones de diversos grabados de todo el mundo con esta técnica.
- "La química del aguafuerte". Aquí expusieron en qué consistía la técnica desde el punto de vista químico, con base en las preguntas: ¿qué propiedades tienen tanto los metales como el ácido empleado?, ¿cómo es el proceso?, ¿qué reacciones químicas se llevan a cabo?, ¿qué tipo de barniz se debe emplear? Para ilustrar esta parte, montaron el experimento que diseñaron para reproducir la técnica en pequeño y mostraron algunos de sus grabados.
- "El aguafuerte en México". Aquí se dio un panorama general de los artistas mexicanos que han empleado esta técnica y de algunas de sus obras.

Evalúen el trabajo por equipo considerando aspectos como contenido, presentación, estructura y originalidad. También reflexionen sobre los resultados que consiguieron y el proceso seguido para lograrlos.

De manera individual, evalúen su trabajo, guiados por el cuadro siguiente.

Aspectos	Siempre	Casi siempre	Casi nunca	Nunca	Observaciones
Participé con entusiasmo proponiendo ideas.					
¿Analiqué e interpreté datos?					
¿Mostré curiosidad por conocer y explicar fenómenos?					
Escuché respetuosamente a mis compañeros.					
Ayudé a mis compañeros cuando me lo pidieron.					
Fui responsable y cumplí las tareas que el equipo me asignó.					
¿Qué otras habilidades, aptitudes y valores puse de manifiesto?					
Otros aspectos					

## Proyecto 7. ¿Puedo dejar de utilizar los derivados del petróleo y sustituirlos por otros compuestos?

**APRENDIZAJES ESPERADOS:** Plantea preguntas, realiza predicciones, formula hipótesis a 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, y la relación del costo con el impacto ambiental.

### El petróleo en nuestras vidas

Es probable que si te preguntan si utilizas petróleo cotidianamente digas que lo haces cuando te transportas de un lugar a otro utilizando un vehículo que se mueve gracias a la gasolina o al diésel, o bien, cuando prendes una lámpara de petróleo.

Tal vez te sorprenda pensar que cada vez que escuchas música, masticas chicle, te pones una sudadera calentita, te lavas los dientes, tomas el camión para ir a la escuela, o te pones tus tenis estás usando petróleo. Muchos de los productos que usamos en lo cotidiano: en la cocina, en el baño, en la escuela, en el patio del recreo están hechos con componentes derivados del petróleo; de hecho, se pueden encontrar más de tres mil productos derivados del petróleo.

Los derivados del petróleo se obtienen mediante un proceso conocido como *refinación*, en el que el petróleo se separa en fases diferentes de acuerdo con el punto de ebullición de sus componentes (figura 5.21).

Un dato sorprendente es que podemos encontrar derivados del petróleo en muchas de las cosas que comemos, o masticamos.

Se han encontrado evidencias de que a los seres humanos desde hace muchos miles de años les gusta mascar cosas suaves, en particular resinas de árboles como la del chicle, un árbol que se encuentra en la zona sur de México, en Yucatán, y en Guatemala. Actualmente la gran mayoría del chicle o goma de mascar que se consume en el mundo tiene como base el polivinil acetato que es un derivado del petróleo. Además del chicle, también se pueden encontrar derivados del petróleo en los saborizantes y en los colorantes de la goma de mascar.



Figura 5.21 Torre de destilación de petróleo.

Si te interesa saber más sobre el petróleo y sus derivados, consulta:

- <<http://www.redir.mx/SQAR260a>>.
- <<http://www.redir.mx/SQAR260b>>.
- <<http://www.redir.mx/SQAR260c>>.
- <<http://www.redir.mx/SQAR260d>>.

### Fase 1: exploración del tema

Los derivados del petróleo son tan comunes en nuestra vida que sería difícil imaginarnos una vida en la que no los utilizáramos (figura 5.22). Sin embargo, el petróleo es un recurso no renovable, así que es importante pensar cuáles de esos derivados de petróleo son indispensables, cuáles podemos reusar o reciclar, cuáles podemos sustituir por otros materiales que provengan de recursos

renovables. Para empezar a pensar en el tema y en algunas preguntas que puedan ser interesantes para ti, te sugerimos hacer una lluvia de ideas con algunos de estos cuestionamientos... tal vez te sorprenda todo lo que sabes y lo que te puede interesar sobre este tema.

- ¿Qué es el petróleo? ¿El petróleo es un recurso renovable o no renovable?
- ¿Qué tipos de compuestos químicos están presentes en el petróleo?
- ¿Qué productos de uso cotidiano se obtienen a partir del petróleo?
- ¿Podemos disminuir la cantidad de petróleo que consumimos diariamente?

En el siguiente vínculo encontrarás un mapa que muestra los países que cuentan con reservas significativas de petróleo:

<<http://www.redir.mx/SQAR260e>>.

### Fase 2: definir el problema o pregunta del proyecto

Cuando definan qué proyecto llevarán a cabo, comiencen la planeación del mismo, de acuerdo con sus intereses y utilizando alguna base de datos o procesador de textos.

Por ejemplo, en la Escuela Secundaria Manuel F. Montoya en el municipio de Mulegé, Baja California Sur, los estudiantes decidieron hacer un recuento de todos los materiales compuestos por derivados del petróleo que utilizaban cotidianamente. Cada uno de los estudiantes eligió algún espacio de su casa e hizo una pequeña lista que luego revisaron entre todos para elegir algunos de los productos que más llamaron su atención.



Figura 5.22 Los derivados del petróleo tienen aplicaciones tan diversas que se pueden encontrar en muchos ámbitos de la vida.

Diana	Armando	Citlali	José
Cocina	Baño	Cosas personales	Recámaras y sala
Limpiador de ventanas	Cortinas de plástico	Teléfono celular	Televisión
Bolsas de plástico	Aspirinas	Lentes	Alfombras
Jabón	Curitas	Credenciales	Teléfonos
Recipientes de plástico	Perfume	Ropa (chamarras, medias, calcetines)	Computadoras
Velas	Desodorante	Perfume	Juguetes de plástico
Gas	Crema humectante	Lápiz labial	Grabadoras
Charolas para hielos	Peine	Chicle	Discos compactos
Escobas de plástico	Cepillo		
	Jabón		
	Pasta de dientes		

Luego, los estudiantes de Baja California, decidieron hacer una investigación en Internet y en los libros de su biblioteca para encontrar cómo se fabrican los productos y qué tiene que ver el petróleo con todos ellos. La lista de preguntas que hicieron fue:

1. ¿Cuáles son los componentes de ese material?
2. ¿Cuáles son derivados del petróleo?
3. ¿Cómo ha cambiado ese material a lo largo de la historia?
4. ¿Es posible sustituir ese material por otro u otros que no sean derivados del petróleo? ¿Cuáles son ejemplos de esos materiales?

### Fase 3: participar en el desarrollo del proyecto y dar respuesta al problema

Una vez que decidieron los productos que investigarían se dieron a la tarea de buscar en diferentes fuentes: comenzaron a buscarlas en internet, después en la biblioteca y también decidieron hacer investigación de campo, para lo que solicitaron a una fábrica local de plásticos que les permitiera hacer una visita y les explicaran los procesos de elaboración de sus productos. También, asistieron a talleres sobre diversas maneras de reciclar materiales.

Cada uno de ellos tenía una bitácora de investigación en la que anotaban un resumen de los documentos que leían, de las fuentes de las que habían obtenido información y de las experiencias y actividades derivadas de las visitas y talleres. Después de unos días de investigación hicieron una reunión para ver lo que cada uno de ellos había obtenido y ponerse de acuerdo sobre los pasos a seguir.

Asimismo, acordaron hacer una torre de destilación a escala para explicar el proceso brevemente a los asistentes y mencionar, por ejemplo, los productos que se podían obtener de cada destilado.

Escribieron el informe del proyecto en un procesador de textos, pero antes de enviarlo a su profesor, por correo electrónico, lo revisó el papá de uno de los integrantes del equipo, pues era docente de Español en una escuela preparatoria de la localidad.

Valek Valdés, G., *El fascinante mundo del petróleo*, SEP-Instituto Mexicano del Petróleo, México (2004).

#### Fase 4: comunicar y evaluar el proyecto

Para comunicar este proyecto los estudiantes hicieron una revista llamada *Aquellos viejos tiempos*. En ella sintetizaron la información que habían obtenido respecto a objetos que utilizan hoy y que eran diferentes en la época de sus padres y sus abuelos. Cada uno de los equipos eligió un producto diferente, en uno de ellos les llamó mucho la atención cómo ha cambiado la forma en la que se escucha música, así que hicieron una línea del tiempo y una narración sobre las distintas formas en las que se ha grabado la música. Tomaron fotos y en algunos casos dibujaron lo que sus papás y abuelos les contaron (figura 5.23).

En todos los casos dieron alternativas para sustituir los materiales derivados del petróleo y hasta hubo propuestas para crear un centro de acopio de plásticos para reciclarlos, lo cual tuvo mucha aceptación en los asistentes, entre los que se encontraban algunos síndicos y funcionarios públicos de la ciudad.

Los estudiantes hicieron una evaluación conjunta de su trabajo respondiendo las siguientes preguntas:

- ¿Cómo fue nuestro funcionamiento como equipo? ¿Qué cosas pudimos haber hecho mejor?
- ¿Nos esforzamos para que las cosas se hicieran siempre en conjunto?
- ¿Hubo alguien que siempre resolvía todo? ¿Hubo alguien que prefería no participar? ¿A qué atribuyen lo anterior?
- ¿Me comprometí en las tareas que me correspondieron e incluso ayudé a mis compañeros para terminar a tiempo?
- ¿Qué cosas aprendimos de trabajar en equipo? ¿Qué fue lo que más nos gustó? ¿Qué fue lo más difícil?
- ¿Qué habilidades, actitudes y valores puse en práctica?
- ¿Qué aprendizajes me deja el trabajo en proyectos?, ¿qué proyectos me gustaron más y por qué?



Figura 5.23 Para escuchar música, algunos derivados del petróleo son indispensables.

#### La industria química y la salud

La empresa “Derivados fosfatados” se instaló hace tres años en un ejido en Zacatecas, muy cerca de un poblado donde viven unos 1200 habitantes. El médico que se encarga del centro de salud empezó a notar que desde el año pasado había aumentado el número de personas que llegaba a verlo con enfermedades respiratorias cada vez más graves. Algunas de las personas de la comunidad culpaban directamente a la empresa debido a sus emisiones, por lo que pidieron a unos científicos que hicieran algunas pruebas para demostrar que era la empresa la que estaba ocasionando las enfermedades. Por su parte, la empresa también contrató a unos investigadores para que le ayudaran a probar que sus actividades no eran las causantes de las enfermedades que se estaban generando.

- Los científicos que colaboraban con la empresa hicieron pruebas en los suelos cercanos y determinaron que no había compuestos tóxicos. Esto les permitió afirmar que las actividades en la planta no eran causantes de las enfermedades respiratorias.
- Los científicos que colaboraban con la comunidad hicieron un estudio con el que demostraron que la población de una comunidad que se encuentra a 50 km al sur, no padecía tantas afecciones respiratorias por lo que concluyeron que las emisiones de la empresa eran las causantes de las enfermedades respiratorias.

1. Los dueños de la empresa “Derivados fosfatados”, se apoyaron en las conclusiones de los científicos que contrataron para asegurar a los pobladores de la comunidad, que las enfermedades respiratorias que estaban sufriendo, no eran causadas por esta empresa.

- ¿Por qué los habitantes de la comunidad podrían dudar de las conclusiones de estos científicos? Los pobladores de la comunidad se apoyaron en las conclusiones obtenidas por los científicos que colaboraban con ellos, para afirmar que las actividades en la industria eran causantes de las enfermedades de los pobladores.
- ¿Se puede afirmar que las actividades en la industria son responsables de las enfermedades respiratorias? Argumenta tu respuesta.

2. Imagina que tú eres parte de un grupo de científicos que es llamado por la autoridad ambiental para ayudar a resolver este problema. Propón, cómo se podría saber si las actividades en la industria son causantes de las enfermedades de las personas. Trata de ser lo más específico posible y de decir qué tipo de pruebas harías, en qué lugares, con cuántas personas, durante cuánto tiempo, etcétera.

## La diabetes en México

Desde el año 2000 la diabetes es la primera causa de mortalidad en México. Actualmente en el país hay alrededor de 10.6 millones de personas con esta enfermedad y se calcula que, de continuar con las tendencias actuales, en el año 2030 habrá más de 16 millones de personas con diabetes en nuestro país. Tan sólo en 2012 hubo cerca de 9000 muertes relacionadas con esta enfermedad y se espera un número similar para el año 2013.

La diabetes es una enfermedad que se caracteriza por un aumento de azúcar en la sangre. Durante la digestión se descomponen los alimentos para crear glucosa, la mayor fuente de combustible para el cuerpo. Esta glucosa pasa a la sangre, donde la insulina le permite entrar en las células (la insulina es una hormona segregada por el páncreas). En las personas que están enfermos de diabetes tipo II, que es la más común, la insulina que produce el cuerpo no es suficiente para regular la glucosa e ingresarla a las células.

Muchos expertos relacionan la diabetes tipo II con la obesidad, los malos hábitos de alimentación, particularmente el exceso de comidas y bebidas azucaradas, y con una vida sedentaria. Los factores hereditarios también son muy importantes.

- Menciona cuál de las siguientes aseveraciones puede ser hecha a partir de lo que se sabe sobre la diabetes.
  - Si comes un dulce después de cada comida te da diabetes.
  - La diabetes es considerada una epidemia y se puede contagiar si vives cerca de alguien con esa enfermedad.
  - Un aumento excesivo de peso y un estilo de vida sedentario pueden relacionarse con la diabetes.
  - Un estilo de vida saludable puede prevenir la aparición de diabetes.
- ¿Cuál de las siguientes pruebas sería adecuada para determinar la relación entre la obesidad y la presencia de diabetes?
  - Tener grupos de pacientes con obesidad en dos ciudades diferentes. Monitorear su glucosa en sangre durante cinco años.
  - Tener dos grupos de pacientes con obesidad y con el mismo tipo de factores hereditarios. Monitorear su glucosa en sangre durante cinco años.
  - Tener dos grupos de pacientes con el mismo tipo de factores hereditarios pero con estilos de alimentación y ejercicio diferentes. Monitorear su glucosa en sangre durante cinco años.

### Tabla periódica de los elementos químicos

Clave	Número atómico	Símbolo	Nombre	Categoría
1	H	Hydrogenio		Gas inerte
2	He	Helio		Gas inerte
3	Li	Litio		Metal
4	Be	Berilio		Metal
5	B	Boro		Metaloide
6	C	Carbono		No metal
7	N	Nitrógeno		No metal
8	O	Oxígeno		No metal
9	F	Fluor		No metal
10	Ne	Neón		Gas inerte
11	Na	Sodio		Metal
12	Mg	Magnesio		Metal
13	Al	Aluminio		Metal
14	Si	Silicio		Metaloide
15	P	Fósforo		No metal
16	S	Azufre		No metal
17	Cl	Cloro		No metal
18	Ar	Argón		Gas inerte
19	K	Potasio		Metal
20	Ca	Calcio		Metal
21	Sc	Escandio		Metal
22	Ti	Titanio		Metal
23	V	Vanadio		Metal
24	Cr	Cromo		Metal
25	Mn	Manganeso		Metal
26	Fe	Hierro		Metal
27	Co	Cobalto		Metal
28	Ni	Níquel		Metal
29	Cu	Cobre		Metal
30	Zn	Zinc		Metal
31	Ga	Galio		Metal
32	Ge	Germanio		Metaloide
33	As	Arsénico		Metaloide
34	Se	Selenio		Metaloide
35	Br	Bromo		No metal
36	Kr	Kriptón		Gas inerte
37	Rb	Rubidio		Metal
38	Sr	Estroncio		Metal
39	Y	Itrio		Metal
40	Zr	Zirconio		Metal
41	Nb	Niobio		Metal
42	Mo	Moolibdeno		Metal
43	Tc	Tecnecio		Desconocido
44	Ru	Rutenio		Metal
45	Rh	Rodio		Metal
46	Pd	Paladio		Metal
47	Ag	Plata		Metal
48	Cd	Cadmio		Metal
49	In	Indio		Metal
50	Sn	Estañio		Metal
51	Sb	Antimonio		Metaloide
52	Te	Telurio		Metaloide
53	I	Yodo		No metal
54	Xe	Xenón		Gas inerte
55	Cs	Cesio		Metal
56	Ba	Bario		Metal
57	La	Lantano		Metal
58	Ce	Cerio		Metal
59	Pr	Praseodimio		Metal
60	Nd	Niobio		Metal
61	Pm	Prometio		Desconocido
62	Sm	Samario		Metal
63	Eu	Europio		Metal
64	Gd	Gadolinio		Metal
65	Tb	Terbio		Metal
66	Dy	Disprosio		Metal
67	Ho	Holmio		Metal
68	Er	Erbio		Metal
69	Tm	Tulio		Metal
70	Yb	Yterbio		Metal
71	Lu	Lutecio		Metal
72	Hf	Hafnio		Metal
73	Ta	Tantalio		Metal
74	W	Wolframio		Metal
75	Re	Renio		Metal
76	Os	Osmio		Metal
77	Ir	Iridio		Metal
78	Pt	Platino		Metal
79	Au	Oro		Metal
80	Hg	Mercurio		Metal
81	Tl	Talio		Metal
82	Pb	Plomo		Metal
83	Bi	Bismuto		Metal
84	Po	Polonio		Desconocido
85	At	Astato		Desconocido
86	Rn	Radón		Gas inerte
87	Fr	Francio		Metal
88	Ra	Radio		Metal
89	Ac	Actinio		Metal
90	Th	Torio		Metal
91	Pa	Protactinio		Metal
92	U	Uranio		Metal
93	Np	Neptunio		Metal
94	Pu	Plutonio		Metal
95	Am	Americio		Metal
96	Cm	Curcio		Metal
97	Bk	Berkelio		Metal
98	Cf	Californio		Metal
99	Es	Einsteinio		Metal
100	Fm	Fermio		Metal
101	Md	Mendelevio		Metal
102	No	Nobelio		Metal
103	Lr	Lanecio		Metal
104	Rf	Rutherfordio		Desconocido
105	Db	Dubnio		Desconocido
106	Sg	Seaborgio		Desconocido
107	Bh	Bahio		Desconocido
108	Hs	Hessio		Desconocido
109	Mt	Meitnerio		Desconocido
110	Ds	Darmstadtio		Desconocido
111	Rg	Roentgenio		Desconocido
112	Cn	Copernicio		Desconocido
113	Nh	Nihonio		Desconocido
114	Fl	Flerovio		Desconocido
115	Mc	Moscovio		Desconocido
116	Lv	Livermorio		Desconocido
117	Ts	Teneso		Desconocido
118	Og	Oganesson		Desconocido

## Anexo 1

### ¿Cómo hacer una infografía?

Una infografía es, en palabras simples, un “gráfico informativo”, es decir, la infografía se basa en imágenes (fotografías, dibujos y esquemas) que son acompañadas por un texto. La importancia de la infografía respecto a otros medios visuales de comunicación radica en la facilidad con que se muestra al lector lo más significativo de un tema por medio de elementos visuales que lo hacen más atractivo (figura A.1).

Los aspectos que hay que considerar para hacer una infografía son los siguientes:

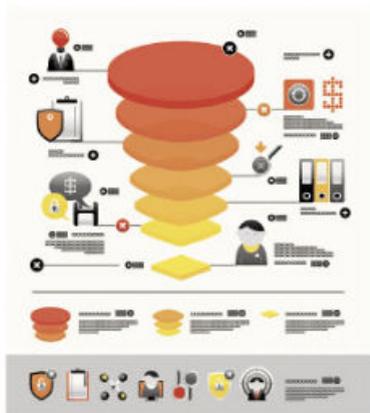


Figura A.1 Las infografías pueden tener muy diversos diseños, dependiendo de lo que se quiera transmitir con ellas.

#### 1 Tema

Es muy importante tener claro el tema sobre el cual se hará la infografía y qué es lo que quieres comunicar con ella.

#### 2 Público al que estará dirigida

Debes definir a quién está dirigida la infografía para saber qué lenguaje y qué tipo de imágenes, colores y diseño usar. No es lo mismo tener un público infantil que uno juvenil o adulto.

#### 3 Estructura

Será muy bueno que antes de que empieces a hacer la infografía con toda la información, primero hagas un esbozo de qué y cómo vas a poner los textos, los gráficos o las ilustraciones. El orden, la jerarquía y el tamaño de textos e imágenes son muy importantes. Para hacer esta parte, debes primero definir el tamaño de la infografía, de modo que toda la información sea acomodada en ese espacio (no es lo mismo una infografía tamaño carta que una en un pliego de papel bond).

#### 4 Seleccionar la información

Esta parte es, quizá, la más importante. Aquí es donde tienes que poner a prueba tus habilidades para resumir la información y extraer los datos más significativos de lo que quieres comunicar. También es fundamental que en la infografía, no sólo pongas datos de libros o de Internet, sino tus propios (o los del equipo) análisis, propuestas, observaciones y conclusiones del tema.

Es importante que en la infografía se especifiquen las fuentes de consulta de las que obtuviste la información.

#### 5 Diseño

Aquí se pone a prueba tu creatividad y la de tus compañeros de equipo. Deben primero seleccionar qué tipo de objeto visual usarán: esquemas, diagramas, gráficas, dibujos, fotografías, etcétera. Después, hacer los diseños de los mismos (que deben estar bien hechos y de buen tamaño) y a todo ello agregar una letra agradable y el toque de color e imaginación para que la infografía no sólo sea clara y entendible en cuanto a información, sino atractiva visualmente para que la gente tenga ganas de verla.

## Anexo 2

### ¿Cómo construir mapas conceptuales?

Los mapas conceptuales son una herramienta muy útil para visualizar ideas o conceptos y las relaciones jerárquicas entre los mismos. La elaboración de mapas conceptuales es un medio para organizar, sintetizar y presentar información gráficamente, lo que nos permite apreciarla en su conjunto para facilitar su comprensión.

Para construir mapas conceptuales, se pueden seguir los siguientes pasos:

1 Leer cuidadosamente los textos relacionados al tema en cuestión y entenderlos claramente. En caso de haber palabras que no se comprendan o no se conozcan, habrá que consultarlas en el diccionario y comprobar cómo funcionan en el contexto en que se encuentran.

2 Localizar y subrayar las ideas o palabras más importantes —palabras clave—, pues son las que le darán cuerpo al mapa (por lo general, son nombres o sustantivos).

3 Determinar la jerarquización de las ideas o palabras clave, es decir, cuáles palabras son un concepto general y cuáles son partes de ese concepto. Por ejemplo, jerárquicamente, primero debería estar la palabra *material* y después, con una menor jerarquía, las palabras *mezcla* y *sustancia*, debido a que estas últimas son clasificaciones de los materiales.

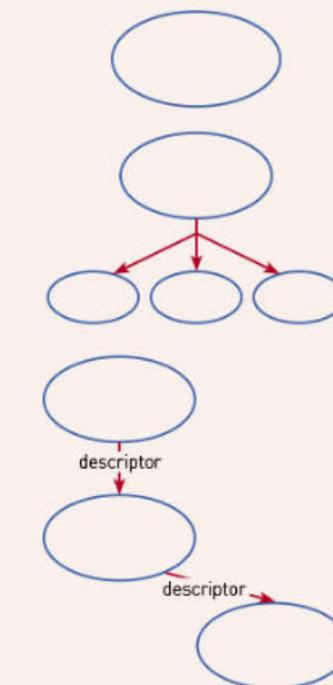
4 Establecer relaciones entre los conceptos; es decir, cuáles conceptos derivan de alguno, o si hay relación entre conceptos de la misma jerarquía, etcétera.

5 Utilizar una simbología uniforme:

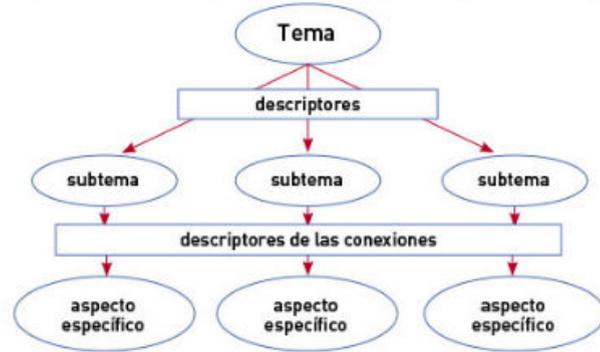
a) Ideas o conceptos: se escriben encerrados en un óvalo o en un rectángulo.

b) Conectores: la conexión o relación entre dos conceptos se representa por medio de una línea llamada *conector* o *línea ramal*. Se pueden utilizar flechas en los conectores para decir que la relación se da en un solo sentido.

c) Descriptores: son las palabras que describen la conexión y sirven para poner nombre a la relación entre los conceptos. Tiene gran importancia elegir la palabra correcta; o sea, la que mejor caracterice la relación.



A continuación presentamos un ejemplo de cómo podría quedar el mapa conceptual:

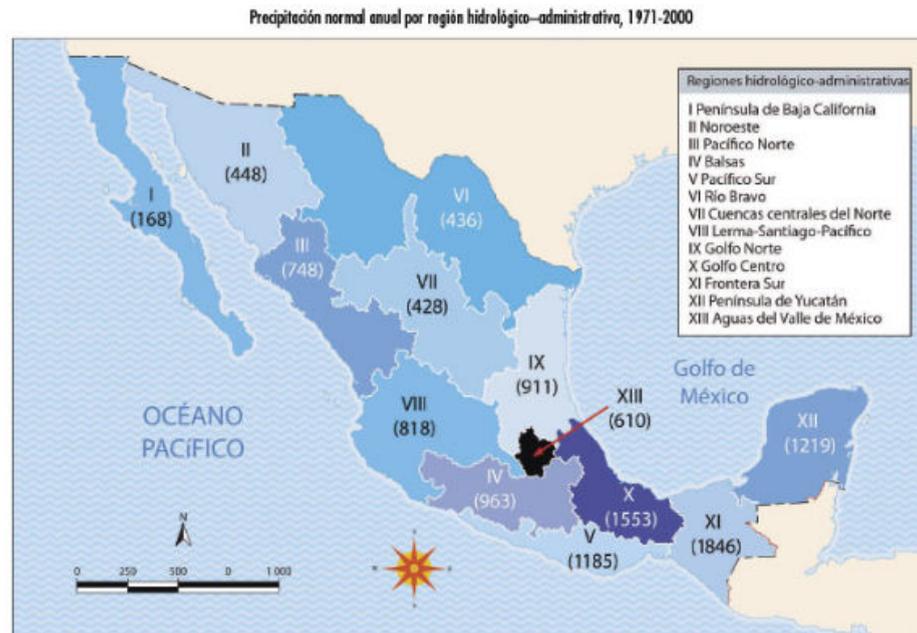


Un ejemplo particular de mapa conceptual es el siguiente:



## Anexo 3

**Figura 1.77** México se divide en regiones hidrológicas con características diferentes. Como puede verse en el mapa las diferencias son enormes. Mientras en la región Frontera sur la precipitación anual es de 1846 mm, en la cuenca del Río Bravo es de 436 mm y en Baja California, de apenas 168 mm. Nota: las cifras entre paréntesis corresponden a la precipitación normal anual, en milímetros, para el periodo 1971-2000.



## BIBLIOGRAFÍA

### Bibliografía consultada para la elaboración de la obra

"Ácidos y bases. Algo de historia", en Biblioteca digital ILCE, disponible en <[http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen2/ciencia3/093/html/sec\\_6.html](http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen2/ciencia3/093/html/sec_6.html)>, [consulta: 1 de julio de 2013].

"Presentan investigación de la contaminación del agua por metales pesados y pesticidas", en Universidad de Guadalajara, disponible en <<http://www.cutonala.udg.mx/noticia/presentan-investigacion-de-la-contaminacion-del-agua-por-metales-pesados-y-pesticidas>>, [consulta: 10 de mayo de 2013].

American Chemical Society, "Artes visuales-producto de la química", en *Celebrando química*, 2001, disponible en <[http://portal.acs.org/preview/fileFetch/C/CSTA\\_015205/pdf/CSTA\\_015205.pdf](http://portal.acs.org/preview/fileFetch/C/CSTA_015205/pdf/CSTA_015205.pdf)>, [consulta: 25 de mayo de 2013].

Garriz, Andoni y Chamizo, José Antonio, *Del tequesquite al ADN. Algunas facetas de la química en México*, México, FCE, 1989 (La ciencia desde México), disponible en <[http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen2/ciencia3/072/html/sec\\_5.htm](http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen2/ciencia3/072/html/sec_5.htm)>, [consulta: 24 de junio de 2013].

Garriz, Andoni, "Breve historia de la educación química en México", en *Boletín de la sociedad química de México*, vol. 1, núm. 2, 2007, pp. 3-24.

Azcona, Rafael, et al, "¿Es posible aprender los cambios químicos sin comprender qué es una sustancia?", en *Alambique, didáctica de las ciencias experimentales*, núm. 40, 2007, pp. 7-17.

Adaptado de Solera, Claudia, "Contaminación del aire provoca 14 mil 734 decesos al año en México", en *Excelsior*, 15 de mayo de 2012, disponible en <<http://www.excelsior.com.mx/2012/05/15/nacional/834172>>, [consulta: 26 de marzo de 2013].

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.

García, P.E., et al, *Ciencia, tecnología y sociedad: una aproximación conceptual*, Madrid, OEI, 2001.

Garriz, Andoni, et al, *Química universitaria*, México, Pearson/Prentice Hall, 2005.

Gutiérrez, María, "La clasificación periódica de los elementos químicos", en *Alambique, didáctica de las ciencias experimentales*, núm. 38, 2003.

INEGI, "Actividades económicas secundarias: Minería" en <<http://www.cuentame.inegi.org.mx/economia/secundario/mineria>>, [consulta: 15 de junio de 2013].

Instituto Nacional de Ecología, "Fuentes de contaminación en México", México, INE, 2007, disponible en <<http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones2/libros/372/fuentes.html>>, [consulta: 20 de enero de 2017].

Adaptado de Soustelle, Jacques, *La vida cotidiana de los aztecas en vísperas de la conquista*, México, FCE, 2ª edición, 1970, pp. 70-71.

Adaptado de Uruchurtu, Jorge, "La contaminación en objetos del patrimonio histórico", en *Hypatia*, núm 32, octubre-diciembre de 2009, disponible en <[http://hypatia.morelos.gob.mx/index.php?option=com\\_content&task=view&id=549&Itemid=484](http://hypatia.morelos.gob.mx/index.php?option=com_content&task=view&id=549&Itemid=484)>, [consulta: 25 de marzo de 2013].

Chamizo, José Antonio, "Actividades químicas en la historia de México", en *Ciencia y desarrollo*, vol. 32, núm. 199, septiembre de 2006, disponible en <<http://www.cyd.conacyt.gob.mx/199/Articulos/Actividadesquimicas/Actividades00.htm#a>>, [consulta: 24 de junio de 2013].

Castro Díaz, José y Díaz Arias, María Luz, "La contaminación por pilas y baterías en México", en *Gaceta ecológica*, núm. 72, 2004, disponible en <<http://www2.inec.gob.mx/publicaciones/libros/438/cap5.html>>, [consulta: 27 de mayo de 2013].

Zúñiga, Juan Antonio, "Aumentaron 91.17 por ciento las fugas y derrames en los ductos de Pemex", en *La Jornada*, 12 de julio de 2012, disponible en <<http://www.jornada.unam.mx/2012/07/12/economia/027n2eco>>, [consulta: 12 de mayo de 2013].

Macedo, Kirely, "Advierte IMSS sobre riesgos en el uso de cosméticos", en *El independiente de Hidalgo*, 22 de octubre de 2012, disponible en <<http://www.elindependientedehidalgo.com.mx/2012/10/60095>>, [consulta: 29 de mayo de 2013].

Laguna, José y Piña, Enrique, *Bioquímica de Laguna*, México, Manual Moderno, 2009.

Gómez, Magdalena, "De Calpulálpam a Wirikuta", en *La Jornada*, 24 de abril de 2012, disponible en <<http://www.jornada.unam.mx/2012/04/24/opinion/018a1pob>>, [consulta: 18 de marzo de 2013].

Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005, que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 23 de junio de 2006, disponible en <<http://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/agenda/PPD02/DO2282.pdf>>, [consulta: 24 de abril de 2013].

Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, "Salud ambiental, agua para uso y consumo humano-límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización", Secretaría de Salud, 22 de noviembre de 2000, disponible en <<http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/127ssa14.html>>, (consulta: 23 de abril de 2013).

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 *Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, vol. 8, núm. 3, 2011.

## Bibliografía para el docente

Asimov, Isaac, *Breve historia de la química: introducción a las ideas y conceptos de la química*, Madrid, Alianza Editorial, 2011.

Astolfi, Jean Pierre, *El "error", un medio para enseñar*, México, Secretaría de Educación Pública (SEP)/Diada (Biblioteca para la Actualización del Maestro), 2004.

Castillejos, A. et al., *Conocimientos fundamentales de química*, México, Pearson/Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), 2007.

Closa i Autet, Daniel, *100 mitos de la ciencia*, 2ª ed., Barcelona, Lectio Ediciones, 2012.

De los Ríos, José Luis, *Químicos y química*, México, Fondo de Cultura Económica (FCE) (La Ciencia para Todos 228), 2011.

Garritz, Andoni, Laura Gasque y Ana Martínez, *Química universitaria*, México, Pearson Educación, 2005.

Garritz, Andoni y José Antonio Chamizo, *Tú y la química*, México, Prentice Hall, 2001.

Kind, Vanessa, *Más allá de las apariencias: ideas previas de los estudiantes sobre conceptos básicos de química*, México, Facultad de Química/Santillana, 2004.

Roque, Georges (coord.), *El color en el arte mexicano*, México, Instituto de Investigaciones Estéticas-UNAM, 2003.

## En Internet

La Ciencia para Todos (Instituto Latinoamericano de Comunicación Educativa, ILCE), página con la versión electrónica de la colección "La Ciencia para Todos" del FCE: <<http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/html/quimica.html>>.

Chamizo, José Antonio y Alejandra García Franco, *Modelos y modelaje en la enseñanza de las ciencias naturales*, México, Facultad de Química-UNAM, 2010, disponible en <<http://www.joseantoniochamizo.com/pdf/MyM.pdf>>.

*Cosmos: La Enciclopedia de las Ciencias y la Tecnología en México* (UAM-Iztapalapa): <[http://www.izt.uam.mx/cosmosecm/EMC\\_COSMOS\\_HOME.html](http://www.izt.uam.mx/cosmosecm/EMC_COSMOS_HOME.html)>.

Quintanilla Gatica, Mario, Cristian Merino Rubilar y Silvio Daza Rosales, *Unidades didácticas de química. Su contribución a la promoción de competencias científicas*, Santiago, Universidad Pontificia de Chile, 2010, disponible en <[http://www7.uc.cl/sw\\_educ/educacion/grecia/plano/html/pdfs/destacados/LibroDQuiGrecia.pdf](http://www7.uc.cl/sw_educ/educacion/grecia/plano/html/pdfs/destacados/LibroDQuiGrecia.pdf)>.

*ContactoS. Revista de Educación en Ciencias e Ingeniería*, núm. 71, enero-marzo de 2009, disponible en <<http://www.izt.uam.mx/newpage/contactos/revista/71/>>.

*Revista Educación Química en Línea*, disponible en <<http://www.educacionquimica.info/>>.

## Bibliografía para el estudiante

Chamizo, José Antonio, *Química mexicana*, México, Tercer Milenio/CONACULTA, 2002.

Bosch Giral, Pedro e Isaac Schifter, *La zeolita: una piedra que hierve*, 3ª ed., México, FCE/SEP/CONACYT, 2003.

Córdova Frunz, José Luis, *La química y la cocina*, 3ª ed., México, SEP/FCE (La Ciencia para Todos 93), 2003.

Dinwiddie, Robert, *Bocados de ciencia*, Madrid, Océano-Ambar, 2010.

Emsley, John, *Moléculas en una exposición*, México, Península (Serie Espejo de Urania), 2005.

García, Horacio, *Del átomo al hombre*, México, SEP/Santillana (Serie Espejo de Urania), 2002.

García, Horacio, *Antoine Lavoisier. El investigador del fuego*, México, Editorial Pax (Colección Pangea, viajeros del conocimiento), 2007.

García, Lena y Horacio García, *La química en el arte*, México, ADN Editores/CONACULTA, 2007.

Gellon, Gabriel, *Había una vez el átomo o cómo los científicos imaginan lo invisible*, 1ª ed., 3ª reimp., Buenos Aires, Siglo XXI (Ciencia que ladra), 2012.

Golombek, Diego y Pablo Schwarzbach, *El nuevo cocinero científico. Cuando la ciencia se mete en la cocina*, 3ª ed., México, Siglo XXI (Ciencia que ladra), 2013.

Hoffman, Roald y Vivian Torrence, *Química imaginada*, México, SEP/FCE (Serie Espejo de Urania), 2006.

Rugí, Roberto, *La química*, México, Editex (Serie Espejo de Urania), 2003.

Tagüña, Julia y Manuel Martínez, *Fuentes renovables de energía y desarrollo sustentable*, México, SEP/ADN Editoriales (Serie Espejo de Urania), 2009.

## En Internet

Aula Cultural de Divulgación Científica de la Universidad de la Laguna (Tenerife, España), con diversos artículos de ciencia: <<http://www.divulgacioncientifica.org/index.php>>.

Educaplus (química), contiene simulaciones de diversos temas de química: <<http://www.educaplanus.org/>>.

Fideicomiso para el Ahorro de la Energía Eléctrica, con folletos de eficiencia energética, energías limpias y cambio climático: <[http://www.fide.org.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=151&Itemid=239](http://www.fide.org.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=151&Itemid=239)>.

SEMARNAT, con videos sobre temas ambientales: <<http://www.gob.mx/semarnat#multimedia>>.

UAM, "Historia de la metalurgia": <<http://www.difusioncultural.uam.mx/otras/metalurgia/metalurgia.html>>.

Ciencia UNAM (Dirección General de Divulgación de la Ciencia de la UNAM), con información diversa sobre algunos temas de química y de las ciencias en general: <<http://www.ciencia.unam.mx/>>.

## Créditos iconográficos

© Thinkstock, 2013: pp. 11, 14, 15, 16, 17, 18, 21, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 33, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 43, 44, 51, 52, 53, 55, 58, 59, 61, 66, 67, 70, 72, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 84, 86, 87, 88, 104, 105, 108, 109, 111, 118, 119, 124, 125, 127, 129, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 140, 141, 142, 144, 147, 148, 149, 151, 152, 155, 156, 158, 160, 161, 162, 164, 165, 166, 169, 171, 174, 178, 182, 183, 184, 185, 188, 192, 194, 197, 198, 199, 204, 205, 206, 207, 208, 209, 210, 211, 212, 213, 214, 215, 221, 222, 226, 228, 233, 234, 235, 236, 239, 244, 247, 248, 253, 254, 256, 257, 258, 260, 262, 266, 267.

© Archivo SM, 2013: 14, 18, 28, 59, 62, 69, 118, 119, 126, 151, 161, 162, 164, 173, 189, 219.

© Carlos A. Vargas, 2013: pp. 13, 15, 17, 35, 106, 150, 151, 162, 163, 190, 200, 220, 240.

© LatinStock, 2013: pp. 172, 176, 202.

© OTHERIMAGES, 2013: pp. 60, 90, 116.

© AFP, 2013: pp. 241.

2011 Año Internacional de la Química (Ministerio de Educación, Cultura y Deporte), contiene información general sobre la química y su historia, además de diversas actividades, material didáctico y experimentos: <<http://www.educacontic.es/blog/2011-ano-internacional-de-la-quimica>>.

Planeta Tierra (Centro de Geociencias de la UNAM), con temas sobre la Tierra, como cuidado ambiental, y algunos experimentos: <[http://www.geociencias.unam.mx/geociencias/iype\\_cgeo/conoce.html](http://www.geociencias.unam.mx/geociencias/iype_cgeo/conoce.html)>.

Premios Nobel Mexicanos (UNAM): <<http://www.nobel.unam.mx/molina/index.html>>.

Instituto de Tecnologías Educativas (Ministerio de Educación de España): <<http://ntic.educacion.es/w3/eos/MaterialesEducativos/mem2000/tablap/index.htm>>.

*El Rincón de la Ciencia* (Instituto de Educación Secundaria Victoria Kent de España), revista de divulgación con muchos temas de química, experimentos y lecturas: <<http://rincondelaciencia.educa.madrid.org/>>.

*La Ciencia y el Hombre* (Universidad Veracruzana), revista de divulgación científica con diversos temas de química y otras ciencias: <<http://www.uv.mx/cienciahombre/>>.

Fundación para el Conocimiento madri+d, con varios experimentos sencillos de química y otras ciencias: <<http://www.madrimasd.org/cienciaysociedad/taller/quimica/reacciones/default.asp>>.

*Acción y reacción. Ciencias 3. Química*  
se terminó de imprimir en xxxxxx de 201x, en  
XXXXXXXXXX, C. P. xxxxx,  
XXXXXXXXXX.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA  
PROHIBIDA SU VENTA

161663

ISBN 978-607241020-6



9 786072 410206

