

# Ciencias Química 3

Antonio Calderón • Ernesto Colavita • Omar Zamora



VERSIÓN REVISADA  
Y ACTUALIZADA

serie **amigo**  
SECUNDARIA tercer grado

**castillo**  
A Macmillan Education  
Company

Dirección editorial: *Cristina Arasa* • Subdirección editorial: *Tania Carreño King* • Subdirección de Arte y Diseño: *Renato Aranda* • Gerencia de secundaria: *Aurora Saavedra Solá* • Coordinación editorial: *Leonor Díaz Mora* • Edición: *Luordes Arenas Bañuelos* • Revisión técnica: *Guillermo Romo* • Asistencia editorial: *Víctor Duarte* y *Andrés Mejía Pérez* • Corrección de estilo: *Rosa Mancilla* • Diseño de la serie: *Renato Aranda*, *Carina J. Haro Vásquez* y *Gustavo Hernández* • Concepto portada: *Gustavo Hernández* • Coordinación de Diseño Editorial: *Gustavo Hernández* • Coordinación de Operaciones: *Gabriela Rodríguez Cruz* • Coordinación de imagen: *Ma. Teresa Leyva Nava* • Supervisión de diseño: *Renato Aranda* • Investigación Iconográfica: *Judith S. Durán* y *María Elena del Carmen Zavala Rivera* • Ilustración: *Ismael Silva Castillo*, *Eloy Padilla Puga*, *Olenka Pérez Bravo*, *Victor Duarte Alaniz* y *Fernando David Ortiz Prado* • Cartografía: *Adela Calderón Franco* y *Liliana Raquel Ortiz Gómez* • Gráficos: *Jesús Emmanuel Urueta Cortés* y *Judith Sánchez Durán* • Fotografía: *Gerardo González López*, *Juan José David Morín García* y *Banco de imágenes Ediciones Castillo* • Digitalización y Retoque: *Juan Ortega Corona* • Diagramación: *Capitulares / Rocío Cervantes* • Imágenes de portada: © THINKSTOCK Y © SHUTTERSTOCK • Gerencia de Producción: *Alma Orozco* • Coordinación de producción: *Ulyses Calvillo*

Primera edición: marzo de 2014  
Tercera reimpresión: abril de 2018  
(Edición revisada)

*Ciencias 3. Química*

Coordinación autoral: *César Robles Haro*  
Texto D.R. © 2013: *Antonio Calderón Colín*, *Ernesto Antonio Colavita Gómez* y *Omar Zamora Sánchez*

D.R. © 2013, Ediciones Castillo, S.A. de C.V.  
Todos los derechos reservados.  
Castillo © es una marca registrada

Insurgentes Sur 1886, Col. Florida,  
Del. Álvaro Obregón,  
C.P. 01030, Ciudad de México, México  
Tel.: (55) 5128-1350  
Fax: (55) 5128-1350 ext. 2899

Ediciones Castillo forma parte de  
Grupo Macmillan  
www.macmillanprofesional.com.mx  
infocastillo@grupomacmillan.com  
Lada sin costo: 01 800 536 1777

Miembro de la Cámara Nacional  
de la Industria Editorial Mexicana  
Registro núm. 3304

ISBN de la serie: 978-607-463-359-7  
ISBN: 978-607-463-950-6

Prohibida la reproducción o transmisión parcial o total  
de esta obra por cualquier medio o método o en cualquier  
forma electrónica o mecánica, incluso fotocopia, o sistema  
para recuperar información, sin permiso escrito del editor.

Impreso en México/Printed in Mexico

## Presentación

Este nuevo libro de la serie Mundo Amigo busca que los alumnos aprendan que la preparación es una herramienta fundamental para transformar la realidad y llama a la actuación informada y responsable de los jóvenes.

Este texto que tienes en tus manos se diseñó para ayudarte a desarrollar tu personalidad y para que tengas la capacidad de tomar decisiones cada vez con más autonomía, criterio y responsabilidad; asimismo, pretende que adquieras una diversidad de conocimientos que te permitan ampliar tu cultura general y profundizar y ampliar tu visión del mundo.

La presente obra está basada en la idea de que el alumno debe aprender a aprender y ayuda a desarrollar tus capacidades para aprender de manera permanente; además, te llevará a adquirir competencias que te permitan proponer soluciones a diversas situaciones que pueden enfrentar los jóvenes de hoy, así como a utilizar lo que has aprendido para comprender y mejorar tus relaciones con otras personas.

Para contribuir a que te desarrolles de manera integral, los libros de la serie Mundo Amigo hacen hincapié en el desarrollo humano y el desarrollo sustentable. ¿Por qué? Porque para ser una persona integral es importante que aprendas acerca de todas tus dimensiones y del mundo que te rodea; porque es prioritario que entables una relación más armoniosa con la naturaleza, que te permita aprovechar los recursos que te brinda y, a la vez, protegerla y conservarla.

Además de todos los contenidos que señalan los programas de estudio de secundaria, en estas páginas encontrarás varias secciones que fortalecerán tus conocimientos y te permitirán integrarlos con los de otras asignaturas, lo que te llevará a pensar por qué y para qué aprenderlos y qué hacer con ellos.

No sólo se trata de que entiendas o resuelvas problemas, también debes aprender a convivir con los demás, a expresar tus opiniones, a llegar a conclusiones y a llevar tus conocimientos a nuevos contextos. Todo esto fomentará que seas una persona competente y te permitirá, si así lo decides, ayudar en la construcción de un mundo mejor.

*Los autores*

### Presentación para el alumno

*¡Bienvenido a tu curso de Ciencias 3!*

En Ciencias 3, con énfasis en Química, sabrás que la química se relaciona con la biología y la física, y además, con lo que se considera cotidiano, como los alimentos, las medicinas o el ambiente.

La química se encuentra, por ejemplo, en los análisis clínicos para determinar la concentración de glucosa en la sangre, pero también en la cocina de todas las casas: cuando la sopa tiene demasiada sal y lo notas al probarla, cuando haces una gelatina o en otras actividades cotidianas, como cuando usas cemento o yeso para reparar o construir algo. La química permite entender cómo y por qué se forman nuevos materiales o sus propiedades cambian.

En este libro, siempre que abordamos un tema, primero planteamos una situación o problema —algo que te podría suceder o, incluso, que ya te ha sucedido—. La idea es que te identifiques con estas situaciones y con las preguntas que de ellas se desprenden. Vas a aprender química con la información que te damos, y mientras contestas las preguntas que surgen de cada una de estas situaciones o problemas iniciales, haciendo la labor de un “detective científico”.

Así, mientras aprendes química seguirás desarrollando el pensamiento crítico y científico que fuiste construyendo en tus cursos de ciencias anteriores; además, esperamos que te diviertas realizando los experimentos que proponemos y jugando al detective con las mismas reglas y códigos que emplean los científicos: los de la metodología científica.

Al igual que los científicos forman comunidades y trabajan en equipos en el desarrollo de la ciencia, también lo harás tú al aprender química, ya que tu aprendizaje requiere de la interacción y la colaboración de tus compañeros; por ello, a lo largo de las secuencias didácticas encontrarás sugerencias para trabajar no sólo de manera individual, sino en parejas y equipos de tres o más integrantes.

El trabajo en equipo implica que los alumnos deban apoyarse para realizar las tareas escolares y los proyectos, aportando información, ideas y entusiasmo de forma equitativa. Para ello, es necesario que tus compañeros y tú se comprometan para lograr los objetivos comunes, así como a observar reglas básicas de respeto; se asignen tareas en función de las fortalezas de cada uno, discutan las ideas, compartan éxitos y comuniquen sus resultados.

*Los autores*

### Presentación para el maestro

Estimado docente, este libro también es para usted. En él encontrará herramientas para que sus alumnos desarrollen competencias científicas que les permitan comprender los fenómenos naturales desde una perspectiva científica, de forma clara y didáctica; que propicien que ellos se interesen por tomar decisiones informadas orientadas a la cultura de la prevención y encaminadas al cuidado del ambiente y la promoción de la salud; que sus estudiantes comprendan los alcances y limitaciones de la ciencia y del desarrollo tecnológico en diversos contextos, entendiendo el carácter tentativo de la ciencia porque a la vez que comprendemos mejor nuestro entorno nos surgen nuevas interrogantes que nos lanzan a nuevas búsquedas para encontrar otras respuestas.

Este libro se estructuró mediante secuencias didácticas que parten de un problema cercano y de interés para los estudiantes. En cada secuencia se presentan varias actividades cuyo propósito es que los alumnos construyan los conceptos y desarrollen los contenidos mientras consolidan sus habilidades, actitudes y valores que han ido desarrollando en los cursos anteriores de ciencias para el logro de su formación científica básica.

En la medida de lo posible, le sugerimos realizar las experiencias propuestas, siempre confrontando las ideas previas de los estudiantes con los resultados de sus experimentos. Entre las actividades las encontrarán individuales, en parejas, en equipos y en grupo, que implican distintas formas de aproximarse al estudio de un fenómeno y de aprender. Es importante que, en todo momento, los estudiantes tengan la libertad de proponer sus propias hipótesis y sean ellos quienes las verifiquen, usando las herramientas que se les brindan en cada actividad. La labor del docente es relevante, porque se torna en la de un mediador y guía que acompaña a los alumnos en la construcción de su propio conocimiento.

Estamos convencidos de que la experiencia de llevar un curso que favorezca esta forma de aprendizaje representará para los alumnos una grata oportunidad para conocer más a la naturaleza y a ellos mismos. Asimismo, la experiencia será gratificante para ustedes, porque les brindará una fuente de redescubrimiento permanente del conocimiento, y el placer de ver a sus estudiantes descubrir y entender las distintas realidades que los rodean.

*Los autores*

Portadilla .....	1
Legal.....	2
Presentación .....	3
Presentación para el alumno .....	4
Presentación para el maestro.....	5
Índice.....	6
Dosificación .....	10
Conoce tu libro .....	16

## Bloque 1. Las características de los materiales.... 20

Secuencia 1 La ciencia y la tecnología en el mundo actual.....	22
Relación de la química y la tecnología con el ser humano, la salud y el ambiente .....	23
Sustancias naturales y sintéticas .....	25
Secuencia 2 Identificación de las propiedades físicas de los materiales .....	30
Propiedades cualitativas .....	30
Propiedades extensivas .....	34
Propiedades intensivas .....	36
Secuencia 3 Experimentación con mezclas .....	40
Mezclas homogéneas y heterogéneas .....	40
Métodos de separación de mezclas con base en las propiedades físicas de sus componentes.	41
Secuencia 4 ¿Cómo saber si la muestra de una mezcla está más contaminada que otra? ...	48
Concentración en porcentaje de masa (% m/m) y sus efectos .....	48
Toma de decisiones relacionada con: Contaminación de una mezcla .....	50
Toma de decisiones relacionada con: Concentración y efectos en la salud y el ambiente.....	52
Secuencia 5 Primera revolución de la química .....	56
Aportaciones de Lavoisier: la Ley de conservación de la masa .....	58
Proyecto 1 Ahora tú explora, experimenta y actúa. Integración y aplicación.....	66
¿Cómo funciona una salinera y cuál es su impacto en el ambiente? .....	67
¿Qué podemos hacer para recuperar y reutilizar el agua del ambiente?.....	68
Autoevaluación y coevaluación .....	72
Evaluación tipo PISA.....	73
Integración de conocimientos .....	74
Cuidado del ambiente .....	75

## Bloque 2. Las propiedades de los materiales y su clasificación química..... 76

Secuencia 6 Clasificación de los materiales.....	78
Mezclas y sustancias puras: compuestos y elementos.....	78
Sustancias puras: compuestos y elementos.....	81
Secuencia 7 Estructura de los materiales .....	86
Modelo atómico de Bohr .....	89
Enlace químico .....	91
Secuencia 8 ¿Cuál es la importancia de rechazar, reducir, reusar y reciclar los metales? .....	94
Propiedades de los metales .....	94
Toma de decisiones relacionada con: rechazo, reducción, reúso y reciclado de metales.	97
Secuencia 9 Segunda revolución de la química.....	100
El orden en la diversidad de las sustancias: aportaciones del trabajo de Cannizzaro ....	101
El orden en la diversidad de las sustancias: aportaciones del trabajo de Mendeleiev.....	106
Secuencia 10 Tabla periódica: organización y regularidades de los elementos químicos .....	110
Regularidades en la tabla periódica de los elementos químicos representativos.....	113
Número y masa atómica .....	113
Carácter metálico.....	114
Valencia .....	116
Secuencia 11 Importancia de los elementos químicos para los seres vivos .....	118
Secuencia 12 Enlace químico .....	124
Modelos de enlace: covalente e iónico .....	124
Enlace covalente .....	125
Enlace iónico.....	128
Relación entre las propiedades de las sustancias con el modelo de enlace: covalente e iónico .....	130
Proyecto 2. Ahora tú explora, experimenta y actúa. Integración y aplicación.....	132
¿Cuáles elementos químicos son importantes para el buen funcionamiento de nuestro cuerpo?.....	133
¿Cuáles son las implicaciones en la salud o el ambiente de algunos metales pesados? .....	134
Autoevaluación y coevaluación .....	138
Evaluación tipo PISA.....	139
Integración de conocimientos .....	140
Cuidado del ambiente .....	141

### Bloque 3. La transformación de los materiales: la reacción química ..... 142

Secuencia 13 Identificación de cambios químicos y el lenguaje de la química.....	144
El cambio químico .....	144
Manifestaciones y representación de reacciones químicas .....	147
Representación de reacciones químicas (ecuación química) con base en la Ley de conservación de la masa .....	149
Secuencia 14 ¿Qué me conviene comer? .....	154
La caloría como unidad de medida de la energía .....	154
Toma de decisiones relacionada con: los alimentos y su aporte calórico.....	157
Secuencia 15 Tercera revolución de la química .....	164
Tras la pista de la estructura de los materiales: aportaciones de Lewis y Pauling.....	164
Uso de la tabla de electronegatividad.....	170
Secuencia 16 Comparación y representación de escalas de medida .....	176
Escalas y representación .....	176
Unidad de medida: mol.....	178
Proyecto 3 Ahora tú explora, experimenta y actúa. Integración y aplicación.....	184
¿Cómo elaborar jabones? .....	185
¿De dónde obtiene la energía el cuerpo humano? .....	186
Autoevaluación y coevaluación .....	190
Evaluación tipo PISA.....	191
Integración de conocimientos .....	192
Cuidado del ambiente .....	193

### Bloque 4. La formación de nuevos materiales ..... 194

Secuencia 17 Importancia de los ácidos y las bases en la vida cotidiana y en la industria....	196
Propiedades de ácidos y bases.....	197
Secuencia 18 Propiedades y representación de ácidos y bases .....	206
Secuencia 19 ¿Por qué evitar el consumo frecuente de los "alimentos ácidos"? .....	214
Toma de decisiones relacionadas con: Importancia de una dieta correcta .....	216
Secuencia 20 Importancia de las reacciones de óxido y de reducción .....	222
Características y representaciones de las reacciones redox.....	222

Secuencia 21 Número de oxidación.....	228
Proyecto 4 Ahora tú explora, experimenta y actúa. Integración y aplicación.....	238
¿Cómo evitar la corrosión? .....	239
¿Cuál es el impacto de los combustibles y posibles alternativas de solución?.....	240
Autoevaluación y coevaluación .....	244
Evaluación tipo PISA .....	245
Integración de conocimientos .....	246
Cuidado del ambiente .....	247

### Bloque 5. Química y tecnología ..... 248

Proyecto 5 Ahora tú explora, experimenta y actúa. Integración y aplicación.....	250
Algunas preguntas sobre química .....	253
¿Cómo se sintetiza un material elástico? .....	253
¿Qué aportaciones a la química se han generado en México? .....	254
¿Cuáles son los beneficios y riesgos del uso de fertilizantes y plaguicidas? .....	255
¿De qué están hechos los cosméticos y cómo se elaboran?.....	256
¿Cuáles son las propiedades de algunos materiales que utilizaban las culturas mesoamericanas? .....	257
¿Cuál es el uso de la química en diferentes expresiones artísticas? .....	258
¿Puedo dejar de utilizar los derivados del petróleo y sustituirlos por otros compuestos? .....	259
Mi proyecto.....	260
Anexo .....	262
Bibliografía para el alumno.....	268
Bibliografía para el maestro .....	269
Bibliografía consultada .....	270
Referencias electrónicas .....	270
Créditos iconográficos .....	270

**Competencias que se favorecen a lo largo del curso**

- 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 de la ciencia y del desarrollo tecnológico en diversos contextos.

**Bloque 1. Las características de los materiales**

Semana	Tiempo sugerido	Páginas	Aprendizajes esperados	Tema/Subtema	Estándares curriculares
1-2	9 horas	22-29	Secuencia 1 <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>	La ciencia y la tecnología en el mundo actual: <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>	
2-3	9 horas	30-39	Secuencia 2 <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>	Identificación de las propiedades físicas de los materiales <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cualitativas</li> <li>• Extensivas</li> <li>• Intensivas</li> </ul>	Identifica las propiedades físicas de los materiales, así como la composición y pureza de las mezclas, compuestos y elementos.
4-5	9 horas	40-47	Secuencia 3 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identifica los componentes de las mezclas y las clasifica en homogéneas y heterogéneas.</li> <li>• Identifica la relación entre la variación de la concentración de una mezcla (porcentaje en masa y volumen) y sus propiedades.</li> <li>• Deduce métodos de separación de mezclas con base en las propiedades físicas de sus componentes.</li> </ul>	Experimentación con mezclas: <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>	Identifica los componentes de las mezclas, su clasificación, los cambios de sus propiedades en función de su concentración, así como los métodos de separación.
5-6	9 horas	48-55	Secuencia 4 <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>	¿Cómo saber si la muestra de una mezcla está más contaminada que otra? Toma de decisiones relacionada con: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Contaminación de una mezcla.</li> <li>• Concentración y efectos.</li> </ul>	

7-8	9 horas	56-65	Secuencia 5 <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>	Primera revolución de la química <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aportaciones de Lavoisier: la Ley de conservación de la masa.</li> </ul>	
8-9	7 horas	66-71	<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>	Proyectos: <p>Ahora tú explora, experimenta y actúa. Integración y aplicación</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>	
9	2 horas	72-73		Evaluación	

**Bloque 2. Las propiedades de los materiales y su clasificación química**

Semana	Tiempo sugerido	Páginas	Aprendizajes esperados	Tema/Subtema	Estándares curriculares
10	6 horas	78-85	Secuencia 6 <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>	Clasificación de los materiales <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mezclas y sustancias puras: compuestos y elementos.</li> </ul>	Identifica los componentes de las mezclas, su clasificación, los cambios de sus propiedades en función de su concentración, así como los métodos de separación.
11	6 horas	86-93	Secuencia 7 <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>	Estructura de los materiales <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modelo atómico de Bohr.</li> <li>• Enlace químico.</li> </ul>	Identifica las características del modelo atómico (partículas y sus funciones).

12	6 horas	94-99	<p>Secuencia 8</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Identifica algunas propiedades de los metales (maleabilidad, ductilidad, brillo, conductividad térmica y eléctrica) y las relaciona con diferentes aplicaciones tecnológicas.</li> <li>Identifica en su comunidad aquellos productos elaborados con diferentes metales (cobre, aluminio, plomo, hierro), con el fin de tomar decisiones para promover su rechazo, reducción, reúso y reciclado.</li> </ul>	<p>¿Cuál es la importancia de rechazar, reducir, reusar y reciclar los metales?</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>	
13-14	9 horas	100-109	<p>Secuencia 9</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Identifica el análisis y la sistematización de resultados como características del trabajo científico realizado por Cannizzaro, al establecer la distinción entre masa molecular y masa atómica.</li> <li>Identifica la importancia de la organización y sistematización de elementos con base en su masa atómica, en la tabla periódica de Mendeleiev, que lo llevó a la predicción de algunos elementos aún desconocidos.</li> <li>Argumenta la importancia y los mecanismos de la comunicación de ideas y productos de la ciencia como una forma de socializar el conocimiento.</li> </ul>	<p>Segunda revolución de la química</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>	
14-15	6 horas	110-117	<p>Secuencia 10</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Identifica la información de la tabla periódica, analiza sus regularidades y su importancia en la organización de los elementos químicos.</li> <li>Identifica que los átomos de los diferentes elementos se caracterizan por el número de protones que los forman.</li> </ul>	<p>Tabla periódica: organización y regularidades de los elementos químicos</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> </ul>	Explica la organización y la información contenida en la tabla periódica de los elementos, así como la importancia de algunos de ellos para los seres vivos.
15-16	6 horas	118-123	<p>Secuencia 11</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Relaciona la abundancia de elementos (C, H, O, N, P, S) con su importancia para los seres vivos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Importancia de los elementos químicos para los seres vivos.</li> </ul>	
16-17	6 horas	124-131	<p>Secuencia 12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Identifica las partículas e interacciones electrostáticas que mantienen unidos a los átomos.</li> <li>Explica las características de los enlaces químicos a partir del modelo de compartición (covalente) y de transferencia de electrones (iónico).</li> <li>Identifica que las propiedades de los materiales se explican a través de su estructura (atómica, molecular).</li> </ul>	<p>Enlace químico</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>	Identifica las características del enlace químico y de la reacción química.
17-18	6 horas	132-137	<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>Proyectos:</p> <p>Ahora tú explora, experimenta y actúa. Integración y aplicación</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>	
18	3 horas	138-139		Evaluación	

Bloque 3. La transformación de los materiales: la reacción química

Semana	Tiempo sugerido	Páginas	Aprendizajes esperados	Tema/Subtema	Estándares curriculares
19-20	9 horas	144-153	<p>Secuencia 13</p> <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>Identificación de cambios químicos y el lenguaje de la química</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Manifestaciones y representación de reacciones químicas (ecuación química).</li> </ul>	Identifica las características del enlace químico y de la reacción química.
20-21	9 horas	154-163	<p>Secuencia 14</p> <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>¿Qué me conviene comer?</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>	Identifica el aporte calórico de los alimentos y su relación con la cantidad de energía requerida por una persona.
22-23	12 horas	164-175	<p>Secuencia 15</p> <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>Tercera revolución de la química</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>	
24	6 horas	176-183	<p>Secuencia 16</p> <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>Comparación y representación de escalas de medida</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Escalas y representación.</li> <li>Unidad de medida: mol.</li> </ul>	

25-26	9 horas	184-189	<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>	Proyectos: Ahora tú explora, experimenta y actúa. Integración y aplicación	
26	3 horas	190-191		Evaluación	

**Bloque 4. La formación de nuevos materiales**

Semana	Tiempo sugerido	Páginas	Aprendizajes esperados	Tema/Subtema	Estándares curriculares
27-28	12 horas	196-205	Secuencia 17 <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> </ul>	Importancia de los ácidos y las bases en la vida cotidiana y en la industria	Identifica las propiedades de los ácidos y las bases, así como las características de las reacciones redox.
29	6 horas	206-213	Secuencia 18 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Explica las propiedades de los ácidos y las bases de acuerdo con el modelo de Arrhenius.</li> </ul>	• Propiedades y representación de ácidos y bases.	
30	6 horas	214-221	Secuencia 19 <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>	¿Por qué evitar el consumo frecuente de los "alimentos ácidos"? Toma de decisiones relacionadas con: • Importancia de una dieta correcta.	
31	6 horas	222-227	Secuencia 20 <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> </ul>	Importancia de las reacciones de óxido y de reducción	Identifica las propiedades de los ácidos y las bases, así como las características de las reacciones redox.
32-33	6 horas	228-237	Secuencia 21 <ul style="list-style-type: none"> <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>	• Características y representaciones de las reacciones redox. • Número de oxidación.	

33-34	6 horas	238-243	<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>	Proyectos: Ahora tú explora, experimenta y actúa. Integración y aplicación	
34	3 horas	244-345		Evaluación	

**Bloque 5. Química y tecnología**

Semana	Tiempo sugerido	Páginas	Aprendizajes esperados	Tema/Subtema	Estándares curriculares
35 36 37 38 39 40	36 horas	250-261	<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, tomando en cuenta la relación del costo con el impacto ambiental.</li> </ul>	Proyectos: Ahora tú explora, experimenta y actúa. Integración y aplicación	Identifica las propiedades de los ácidos y las bases, así como las características de las reacciones redox.
			<ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Cómo se sintetiza un material elástico?</li> <li>• ¿Qué aportaciones a la química se han generado en México?</li> <li>• ¿Cuáles son los beneficios y riesgos del uso de fertilizantes y plaguicidas?</li> <li>• ¿De qué están hechos los cosméticos y cómo se elaboran?</li> <li>• ¿Cuáles son las propiedades de algunos materiales que utilizaban las culturas mesoamericanas?</li> <li>• ¿Cuál es el uso de la química en diferentes expresiones artísticas?</li> <li>• ¿Puedo dejar de utilizar los derivados del petróleo y sustituirlos por otros compuestos?</li> </ul>		



Entrada de bloque

Tu libro está dividido en cinco bloques. En las primeras dos páginas de cada uno encontrarás su número y nombre, las competencias que se favorecen, los temas transversales, los aprendizajes esperados y los contenidos que se espera que logres durante su estudio.



Actividades

El libro propone actividades para que tu maestro elija cuáles podrán realizarse en clase y cuáles en casa; se pueden trabajar de manera individual **i**, en parejas **ii**, en equipos **iii** y en grupo **iiii**, lo cual se señala con iconos. Las actividades experimentales indican: material, procedimiento y resultados y conclusiones.



Los conceptos y términos importantes aparecen resaltados en el texto.

Secuencia didáctica

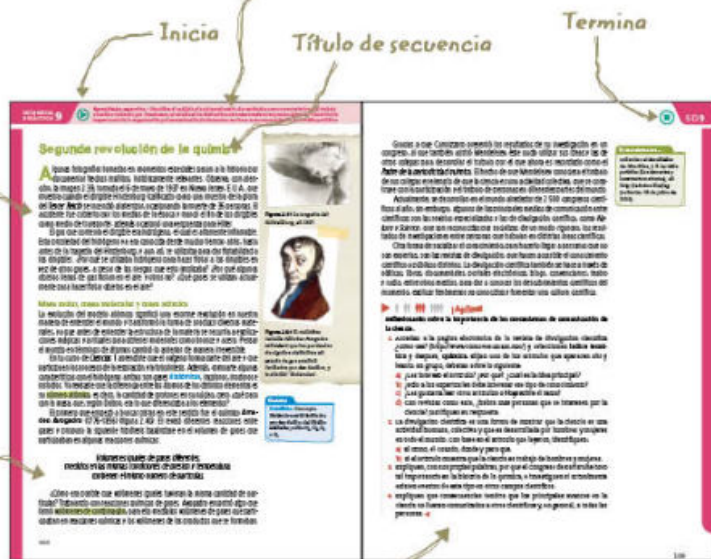
Cada bloque contiene secuencias didácticas, que se desarrollan en tres etapas: inicio, desarrollo y cierre, temas ligados entre sí con actividades, ejercicios o experimentos.

Aprendizajes esperados que se espera logres al término de cada secuencia didáctica.

La secuencia comienza con un texto de introducción, seguido de una actividad con el fin de recuperar los conocimientos previos que propicien tu reflexión. El desarrollo incluye textos explicativos, a los que seguirán actividades.

En el desarrollo se desglosan los temas y conceptos y se presentan las actividades correspondientes.

Por último, a manera de conclusión, en la etapa de cierre, hay una actividad que retoma la situación de inicio.



Proyectos

Al final de los bloques 1 a 4, encontrarás sugerencias y orientaciones para investigar en equipo, para integrar los contenidos del bloque y para trabajar en colaboración con tus compañeros. En el Bloque 5 integrarás los contenidos de todo el curso, independientemente del tipo de proyecto que hayas elegido.

Te recomendamos...

Aquí te sugerimos libros y páginas electrónicas para que conozcas más sobre cada tema.



**10.2.1**

Siempre, al diseñar o construir un sistema de energía eléctrica, se debe tener en cuenta la seguridad eléctrica. En el diseño de un sistema de energía eléctrica, se debe tener en cuenta la seguridad eléctrica. En el diseño de un sistema de energía eléctrica, se debe tener en cuenta la seguridad eléctrica.

Las baterías también son un elemento de peligro, especialmente cuando se las utiliza en un sistema de energía eléctrica. En el diseño de un sistema de energía eléctrica, se debe tener en cuenta la seguridad eléctrica.

Al utilizar cables de hilos para un sistema de energía eléctrica, se debe tener en cuenta la seguridad eléctrica. En el diseño de un sistema de energía eléctrica, se debe tener en cuenta la seguridad eléctrica.

El cableado es un elemento de peligro, especialmente cuando se utiliza en un sistema de energía eléctrica. En el diseño de un sistema de energía eléctrica, se debe tener en cuenta la seguridad eléctrica.

Siempre que se trabaje con un sistema de energía eléctrica, se debe tener en cuenta la seguridad eléctrica. En el diseño de un sistema de energía eléctrica, se debe tener en cuenta la seguridad eléctrica.

**10.2.2**

Siempre que se trabaje con un sistema de energía eléctrica, se debe tener en cuenta la seguridad eléctrica. En el diseño de un sistema de energía eléctrica, se debe tener en cuenta la seguridad eléctrica.

El cableado es un elemento de peligro, especialmente cuando se utiliza en un sistema de energía eléctrica. En el diseño de un sistema de energía eléctrica, se debe tener en cuenta la seguridad eléctrica.

Al utilizar cables de hilos para un sistema de energía eléctrica, se debe tener en cuenta la seguridad eléctrica. En el diseño de un sistema de energía eléctrica, se debe tener en cuenta la seguridad eléctrica.

Las baterías también son un elemento de peligro, especialmente cuando se las utiliza en un sistema de energía eléctrica. En el diseño de un sistema de energía eléctrica, se debe tener en cuenta la seguridad eléctrica.

Siempre, al diseñar o construir un sistema de energía eléctrica, se debe tener en cuenta la seguridad eléctrica. En el diseño de un sistema de energía eléctrica, se debe tener en cuenta la seguridad eléctrica.

**¡Atención!**

Se te invita, durante el desarrollo del bloque, a reflexionar en torno a qué proyecto llevarás a cabo al final del mismo, o bien, a que comiences a planear la organización.

**Recuerda que...**

Destaca conceptos, ideas e información que has visto antes en el libro o en otras asignaturas, y que te sirven para el tema que estás estudiando.

**10.2.3**

Siempre, al diseñar o construir un sistema de energía eléctrica, se debe tener en cuenta la seguridad eléctrica. En el diseño de un sistema de energía eléctrica, se debe tener en cuenta la seguridad eléctrica.

El cableado es un elemento de peligro, especialmente cuando se utiliza en un sistema de energía eléctrica. En el diseño de un sistema de energía eléctrica, se debe tener en cuenta la seguridad eléctrica.

Al utilizar cables de hilos para un sistema de energía eléctrica, se debe tener en cuenta la seguridad eléctrica. En el diseño de un sistema de energía eléctrica, se debe tener en cuenta la seguridad eléctrica.

Las baterías también son un elemento de peligro, especialmente cuando se las utiliza en un sistema de energía eléctrica. En el diseño de un sistema de energía eléctrica, se debe tener en cuenta la seguridad eléctrica.

Siempre, al diseñar o construir un sistema de energía eléctrica, se debe tener en cuenta la seguridad eléctrica. En el diseño de un sistema de energía eléctrica, se debe tener en cuenta la seguridad eléctrica.

El cableado es un elemento de peligro, especialmente cuando se utiliza en un sistema de energía eléctrica. En el diseño de un sistema de energía eléctrica, se debe tener en cuenta la seguridad eléctrica.

Al utilizar cables de hilos para un sistema de energía eléctrica, se debe tener en cuenta la seguridad eléctrica. En el diseño de un sistema de energía eléctrica, se debe tener en cuenta la seguridad eléctrica.

Las baterías también son un elemento de peligro, especialmente cuando se las utiliza en un sistema de energía eléctrica. En el diseño de un sistema de energía eléctrica, se debe tener en cuenta la seguridad eléctrica.

**Glosario**

Se definen o explican algunos términos utilizados en una secuencia y que quizá desconozcas; en el texto se marcan con color azul.

**Autoevaluación y coevaluación**

Al final de cada bloque encontrarás: la autoevaluación, que te da la oportunidad de verificar lo que aprendiste e identificar tus dudas para investigar y preguntar a tu maestro, y la coevaluación, que toma en cuenta el trabajo de equipo.

**Autoevaluación**

Verifica tus conocimientos y habilidades en los temas que se abordaron en este bloque. Marca con una X en la casilla que mejor describa tu desempeño.

Indicador de desempeño	Logré el aprendizaje	¿Cómo puedo mejorar?
Identificar los componentes de un sistema de energía eléctrica.		
Conectar un sistema de energía eléctrica.		
Analizar un sistema de energía eléctrica.		
Disear un sistema de energía eléctrica.		
Construir un sistema de energía eléctrica.		
Proteger un sistema de energía eléctrica.		
Reparar un sistema de energía eléctrica.		
Actualizar un sistema de energía eléctrica.		
Optimizar un sistema de energía eléctrica.		
Comunicar los resultados de un sistema de energía eléctrica.		

**Coevaluación**

Verifica el trabajo de tu equipo y el de los demás. Marca con una X en la casilla que mejor describa el desempeño de tu equipo y el de los demás.

Indicador de desempeño	Logré el aprendizaje	¿Cómo puedo mejorar?
Identificar los componentes de un sistema de energía eléctrica.		
Conectar un sistema de energía eléctrica.		
Analizar un sistema de energía eléctrica.		
Disear un sistema de energía eléctrica.		
Construir un sistema de energía eléctrica.		
Proteger un sistema de energía eléctrica.		
Reparar un sistema de energía eléctrica.		
Actualizar un sistema de energía eléctrica.		
Optimizar un sistema de energía eléctrica.		
Comunicar los resultados de un sistema de energía eléctrica.		

**Evaluación TIPO PISA**

Una pregunta de evaluación tipo PISA es aquella que requiere que el estudiante aplique sus conocimientos y habilidades para resolver un problema en un contexto real.

Las preguntas de evaluación tipo PISA se caracterizan por:

- Ser contextualizadas.
- Requerir la aplicación de conocimientos y habilidades en un contexto real.
- Ser abiertas.
- Ser desafiantes.
- Ser multidisciplinarias.

Las preguntas de evaluación tipo PISA se utilizan para evaluar el aprendizaje de los estudiantes en un contexto real.

**Evaluación**

Con ésta, cuyo formato es Tipo PISA, analizarás situaciones específicas y aplicarás lo que aprendiste en el bloque correspondiente para resolver problemas diversos.

**Anexos**

En las últimas páginas de este libro, incluimos un anexo con recomendaciones para mantenerte seguro y cuidar el ambiente durante las actividades experimentales.

También podrás consultar algunas reglas para nombrar y escribir fórmulas de sustancias químicas. Encontrarás recomendaciones para buscar de manera eficiente información fidedigna en internet.

**ANEXO**

**Algunas reglas para mantenerte seguro y cuidar el ambiente durante las actividades experimentales**

Siempre que se trabaje con un sistema de energía eléctrica, se debe tener en cuenta la seguridad eléctrica. En el diseño de un sistema de energía eléctrica, se debe tener en cuenta la seguridad eléctrica.

El cableado es un elemento de peligro, especialmente cuando se utiliza en un sistema de energía eléctrica. En el diseño de un sistema de energía eléctrica, se debe tener en cuenta la seguridad eléctrica.

Al utilizar cables de hilos para un sistema de energía eléctrica, se debe tener en cuenta la seguridad eléctrica. En el diseño de un sistema de energía eléctrica, se debe tener en cuenta la seguridad eléctrica.

Las baterías también son un elemento de peligro, especialmente cuando se las utiliza en un sistema de energía eléctrica. En el diseño de un sistema de energía eléctrica, se debe tener en cuenta la seguridad eléctrica.

Siempre, al diseñar o construir un sistema de energía eléctrica, se debe tener en cuenta la seguridad eléctrica. En el diseño de un sistema de energía eléctrica, se debe tener en cuenta la seguridad eléctrica.

El cableado es un elemento de peligro, especialmente cuando se utiliza en un sistema de energía eléctrica. En el diseño de un sistema de energía eléctrica, se debe tener en cuenta la seguridad eléctrica.

Al utilizar cables de hilos para un sistema de energía eléctrica, se debe tener en cuenta la seguridad eléctrica. En el diseño de un sistema de energía eléctrica, se debe tener en cuenta la seguridad eléctrica.

Las baterías también son un elemento de peligro, especialmente cuando se las utiliza en un sistema de energía eléctrica. En el diseño de un sistema de energía eléctrica, se debe tener en cuenta la seguridad eléctrica.

**Integración de conocimientos**

Esta sección te brinda un panorama general de los contenidos del bloque. Las actividades que se incluyen favorecen la integración de lo aprendido.

**La formación de nuevos materiales**

Este diagrama muestra el proceso de formación de nuevos materiales, desde la selección de materias primas hasta la producción final. Incluye etapas como: selección de materias primas, procesamiento, fabricación, control de calidad y distribución.

**Transversalidad**

Indica el tema de relevancia social.

**Cuidado del ambiente**

Lecturas que se vinculan a los contenidos del bloque con elementos para el cuidado del ambiente. El propósito es motivar a la reflexión y a las acciones para lograr un cambio de actitud a favor del ambiente y en beneficio de los seres vivos.

# B1 Las características de los materiales

En tus cursos anteriores de ciencias has conocido diferentes maneras de interpretar la realidad. Por ejemplo, en *Ciencias 1 Biología*, a través del estudio de los seres vivos, sus entornos y sus cambios; en *Ciencias 2, Física*, mediante el conocimiento de los fenómenos como el movimiento y los factores que lo afectan, así como la energía y sus diferentes manifestaciones, y ahora llegas a la parte más interesante: el cambio en la propia naturaleza de las cosas a través de su transformación. Estos cambios han sido considerados de diversas formas, a veces como magia, otras como fuente de progreso y otras más como peligrosos. En este bloque abordaremos el porqué de estas interpretaciones.



## 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.

## Temas transversales

- Educación para la salud
- Educación ambiental para la sustentabilidad
- Educación del consumidor
- Educación para los derechos humanos

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

## Contenido

**Tema 1. La ciencia y la tecnología en el mundo actual**

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

**Tema 2. Identificación de las propiedades físicas de los materiales:**

- Cualitativas
- Extensivas
- Intensivas

**Tema 3. Experimentación con mezclas:**

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

**Tema 4. ¿Cómo saber si la muestra de una mezcla está más contaminada que otra?**

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

**Tema 5. Primera revolución de la química**

- Aportaciones de Lavoisier: la Ley de conservación de la masa.

**Proyectos: Ahora tú explora, experimenta y actúa. Integración y aplicación**

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



## La ciencia y la tecnología en el mundo actual

El uso de computadoras personales, teléfonos celulares, reproductores de música e internet, entre muchos otros adelantos, ejemplifica qué tan presente está la tecnología en nuestra vida cotidiana (figura 1.1). Hoy, es posible enterarse de hechos que suceden del otro lado del mundo tan sólo unos segundos después de acontecidos; también estudiar cómo fue la vida hace miles de años en nuestro planeta e incluso investigar si hubo vida en Marte. En el desarrollo de la ciencia y la tecnología convergen diferentes disciplinas. Por ejemplo, la física es clave para la comunicación inalámbrica al comprender las ondas electromagnéticas, así como el estudio de la vida en el pasado requiere del conocimiento de la biología, pero ¿y qué hay de la química?

En los últimos 400 años, desde que nació la ciencia moderna, la civilización se ha visto transformada, en especial con temas relacionados con la salud y el ambiente. Dos ejemplos de ello son la alimentación y el cuidado de la salud. Antiguamente existían serios problemas en la producción de alimentos, lo que generaba desabasto para la población, y la esperanza de vida era menor a los 30 años, pues las enfermedades eran frecuentes y los tratamientos disponibles eran muy limitados. Hoy en día, para satisfacer estas dos grandes necesidades: alimentación y salud, se recurre a profesionales de distintas áreas del conocimiento, entre ellas la química. La química está involucrada en la producción de alimentos, la conservación de carnes y el aumento de las cosechas. El desarrollo de medicamentos y sus modificaciones para hacerlos más eficaces y con mayor vida útil, también es una labor de esta ciencia (figura 1.2).

Sin embargo, no todo es miel sobre hojuelas, el aumento de la población y la demanda creciente de bienes y servicios han provocado desajustes en nuestro ambiente, y es en este aspecto donde la química y sus profesionales tienen algo que decir: purificación de agua, tratamiento de residuos y generación de energía "limpia", todas estas actividades han sido campo fértil de investigación e innovación, y representan algunos de los mayores retos para la humanidad.

Aunque los químicos generan conocimiento todos los días, para entender mejor la naturaleza y para mejorar la vida de los seres humanos, a menudo hay cuestionamientos en los medios: se habla de sustancias químicas como sinónimo de nocivas, de derrames tóxicos y de armas químicas, por citar algunos ejemplos. Entonces, ¿cómo podemos saber cuál es el impacto de la química en nuestra vida diaria? ¿Qué imagen se nos presenta de la química en los programas de televisión, en las películas y en los comerciales? ¿Crees justificada esta imagen?



Figura 1.1 En todas partes puedes ver la tecnología, que es el resultado de cientos de años de desarrollo de los seres humanos, la cual permite facilitarnos o mejorar nuestra calidad de vida.



Figura 1.2 La penicilina fue el primer antibiótico identificado. El descubrimiento fue hecho, de forma accidental, en 1928 por Alexander Fleming y gracias a ello recibió el Premio Nobel en 1945.

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

Richard P. Feynman (1918-1988), Premio Nobel de Física en 1965, escribió en su libro *El significado de todo eso*, que la ciencia puede entenderse, a veces, como una forma especial de encontrar conocimientos nuevos, otras como el conjunto de esos conocimientos encontrados y, otras veces, como las nuevas cosas que se pueden hacer o descubrir con esa información (figura 1.3).

En otras palabras, podemos pensar en la ciencia como el "método" que se usa para conocer la naturaleza a través de los experimentos, la modelación, el uso de las matemáticas, la imaginación y la creatividad, entre otras cosas, como lo has visto en tus cursos de ciencias. En el caso de la química, se le puede entender como el conjunto de conocimientos científicos que trata cosas, como: las características de los materiales, la manera en la que estos se forman, cómo diferenciar unos de otros, etcétera.

En estos procesos, la tecnología ha jugado un papel muy importante, por ejemplo, al identificar algunas sustancias presentes en la sangre ¡en cantidades más pequeñas que una puntita de una cucharada de azúcar disuelta en una alberca olímpica!

La tecnología ha desembocado en desarrollos fundamentales para ciencias como la física, con sus **gizmos** electrónicos; como la biología, en la secuenciación del ácido desoxirribonucleico (ADN) —se conoce el alfabeto de la vida y la enciclopedia de varios seres vivos o genoma— (figura 1.4); como la antropología, al analizar y datar los materiales de los utensilios usados por culturas antiguas y de otras ramas del quehacer humano como el derecho, que entre sus múltiples tareas ha desarrollado mecanismos de legislación de materiales y sustancias para promover el cuidado de la salud y el ambiente. Todas estas áreas del saber tienen el soporte de la química, con el estudio de la composición y propiedades de los materiales que nos rodean y la elaboración de otros. La lista de aportaciones es tan compleja que se ha dicho que "la química es la ciencia central". ¿Qué tan profundamente está inmersa la química en nuestro mundo? Eso trataremos a continuación.



### La química y yo

Identificarás aportaciones de la química a la satisfacción de necesidades.

Lee el texto y contesta las siguientes preguntas:

La química está en todas partes en torno nuestro. Ella tiene que ver con el aire que respiramos, con los alimentos que ingerimos, con la ropa que usamos, con los autos que conducimos y con las construcciones que habitamos y donde trabajamos. La química interviene también en todo lo que hacemos. Cada vez que te lavas las manos, comes un emparedado, enciendes un fósforo o simplemente das un paseo, empleas la química. Incluso cuando duermes hay **reacciones químicas** que se llevan a cabo sin cesar en todo tu organismo.

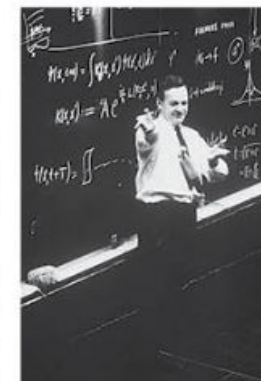


Figura 1.3 Richard P. Feynman, físico estadounidense.

#### GLOSARIO

**Gizmo.** Dispositivos o aparatos que tienen un propósito particular.

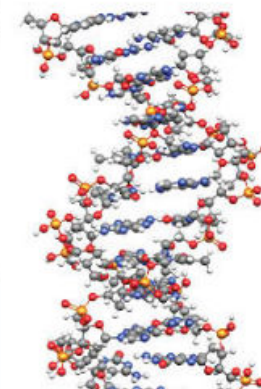


Figura 1.4 El estudio del ADN de los organismos está permitiendo desarrollar tratamientos médicos contra algunas enfermedades.

Los medios de comunicación suelen mencionar sustancias químicas que son dañinas. Los noticieros nos hablan de peligrosos derrames químicos, de sustancias tóxicas que contaminan nuestro aire y nuestra agua, y de sustancias comunes de las que se ha comprobado que causan cáncer.

Es verdad que ciertas sustancias químicas causan problemas, pero hay muchas otras que son sumamente útiles. Existen sustancias químicas que matan las bacterias de enfermedades terribles, otras que alivian el dolor, otras más que aumentan la producción de alimentos, algunas que proporcionan resistentes materiales para construir nuestras máquinas y algunas más son combustibles para nuestros medios de transporte. [...]

La química nos ha proporcionado viviendas mejores y más económicas; ha incrementado nuestra provisión de alimentos y mejorado nuestra nutrición; nos ha entregado telas hermosas y fáciles de cuidar para elaborar nuestra ropa; ha aumentado nuestra riqueza y mejorado nuestro tiempo libre; nos ha permitido viajar con rapidez a los rincones más remotos del mundo e, incluso, a otros mundos. La química nos ha proporcionado lujos de los que no disponían los reyes más poderosos de los tiempos antiguos.

Así pues, ¿qué es la química? Es la ciencia que se ocupa de todo tipo de materia, desde las partes más diminutas de los átomos hasta los materiales más complejos de las plantas y los animales vivientes. La química no sólo nos afecta nuestra vida individual a cada instante, sino que afecta además a la sociedad en conjunto. De una manera muy real, la química da forma a nuestra sociedad.

Tomado de Hill, John & Doris K. Kolb, *Química para el nuevo milenio*, 8a. ed., México, Prentice Hall, 1999, p. 3.

1. Da algunos ejemplos de satisfacción de necesidades básicas, la salud y el ambiente en donde participe la química.
2. ¿Qué adjetivos has escuchado en los medios de comunicación sobre los productos químicos? Haz una lista.
3. Da una opinión personal sobre lo que aporta la química a tu vida cotidiana.
4. En general, ¿cuál es tu opinión sobre el impacto de la química en tu comunidad? Comparte tus respuestas con el grupo. ◀

Probablemente las opiniones serán diversas y podrán clasificarse en “favorables” o “desfavorables”, dependiendo de la manera en la que cada uno se ha relacionado con la química y sus productos. Lo que es difícil de objetar es que a lo largo de los años, gracias al estudio de la materia, los químicos han logrado descubrir su estructura y sus procesos de transformación; con este conocimiento y sus métodos de estudio, la cantidad de aplicaciones que hoy nos rodean es abrumadora. Tener la posibilidad de transformar la materia se refleja en la elaboración de nuevos materiales con las propiedades específicas que necesitamos. Por ejemplo, materiales suaves y elásticos que sean muy resistentes, como las telas de nailon; o materiales muy duros como los diamantes sintéticos (figura 1.5), para poder romper piedra. También se han podido desarrollar materiales y sustancias con fines médicos, como la penicilina,



Figura 1.5 Howard Tracy Hall (1919-2008) fue el primer químico en sintetizar un diamante en un laboratorio con un proceso reproducible.

que nos ha salvado de morir de infecciones producidas por bacterias. Estos son sólo algunos ejemplos de cómo la química ha impactado la vida cotidiana de la población mundial.

Sin embargo, es sabido que la ciencia puede ser usada de forma irresponsable, por ejemplo, en tu curso anterior viste cómo la energía atómica, que puede permitirnos generar energía eléctrica también puede usarse para destruir una ciudad en segundos. La química no está exenta de estos riesgos, pues existe una inmensa cantidad de sustancias y materiales químicos producidos en laboratorios (aunque también en la naturaleza) que pueden dañar el medio ambiente, la salud de las personas y de cualquier ser vivo.

### Sustancias naturales y sintéticas

¿Sabes qué diferencia hay entre las **sustancias químicas naturales** y las sintéticas? Las primeras se encuentran o se producen en la naturaleza, en nuestro cuerpo (figura 1.6), en las plantas y en el ambiente. En cambio, las **sustancias químicas sintéticas** o artificiales son las que se producen en un laboratorio o en fábricas: productos de limpieza, de construcción, cosméticos, medicamentos, bebidas rehidratantes, detergentes y plásticos, entre muchas otras. Sólo existen sustancias químicas naturales o sintéticas.

Todas pueden ser benéficas o perjudiciales, lo cual depende del contexto y la manera en que se utilicen. “Bueno” y “malo” son adjetivos que usamos a menudo sin entender qué fundamento tienen. Recientemente se ha popularizado una corriente de opinión “naturalista” en la que se idealiza un mundo de regreso al origen de nuestra especie en el que la energía se obtenía del trabajo de seres humanos y animales, y los recursos como alimento, vestido y calzado se tomaban de lo que la naturaleza podía abastecer (un ejemplo es la idea de la agricultura “orgánica”).

No obstante lo “natural” no necesariamente es “bueno”, por ejemplo, el veneno de la víbora australiana conocida como “taipán” es muy tóxico, 50 veces más potente que el de la cobra, por lo que se le considera mortal y es total y absolutamente natural (figura 1.7).

Por otra parte están los plásticos. Es verdad que en las últimas décadas nos hemos dado cuenta de que su desecho es un problema, pues muchos tardan en desintegrarse cientos de años (su indestructibilidad es su defecto); lo cierto es que hace ya mucho tiempo los investigadores químicos empezaron a buscar la manera de sintetizar plásticos **biodegradables** y ahora son una realidad.

Respecto a las ventajas de los materiales sintéticos, piensa en los millones de prótesis y válvulas cardiacas hechas con distintos materiales, incluidos los plásticos, que han salvado la vida o mejorado la calidad de vida de una gran cantidad de personas (figura 1.8).



Figura 1.6 La hemoglobina, una proteína de la sangre que transporta oxígeno, es un ejemplo de sustancia química natural.



Figura 1.7 Una mordida de la serpiente taipán (*Oxyuranus scutellatus*) contiene suficiente veneno para matar a 100 personas.

#### TE RECOMENDAMOS...

Leer Bonfil Olivera, M., *La dosis hace el veneno*, México, Semarnap-Somedyt, 1997 (Col. Básica del medio ambiente núm. 2).



Figura 1.8 Un corazón artificial es fabricado con varios materiales plásticos.



### Las noticias que hablan de química y de tecnología

Analizarán la influencia de los medios de comunicación hacia la química y las actitudes de las personas.

Con ayuda de su maestro, organicen cuatro equipos; dos revisarán uno de los casos y los otros dos el otro. Al término de la lectura y por turnos, cada equipo dará su opinión sobre el impacto de la química (positivo o negativo) y los argumentos que la sustentan. Pueden usar como guía las preguntas que aparecen después de las lecturas.



Sustenta bilidad



Figura 1.9 Según datos de la Unesco, 70% de los desechos industriales se vierten sin tratamiento a ríos y lagos en países en vías de desarrollo.

### ALERTA POR MUERTE DE PECES EN RÍOS Y LAGOS EN LA ZONA LA VENTISCA

En los últimos dos meses el gran número de peces muertos encontrados a las orillas de ríos y lagos ha preocupado a lugareños, pescadores y autoridades municipales de La Ventisca. La pesca ha sido la actividad principal que ha dado sustento a muchas comunidades de la zona. Pero ahora, cientos de familias dedicadas a esta actividad se pueden ver afectadas por los cambios sufridos en el ecosistema, advierten investigadores de la universidad del estado. De acuerdo con las investigaciones que ha realizado esta institución, se detectó la presencia de una gran cantidad de sustancias químicas como detergentes, fertilizantes y pesticidas en los cuerpos de agua (figura 1.9). Muy probablemente estas sustancias han provocado cambios en las condiciones naturales y el equilibrio del ecosistema y, con ello, la muerte de peces de muchas especies. Grupos de pescadores y otras organizaciones civiles han manifestado su interés por colaborar con las autoridades para encontrar una pronta solución a este problema de contaminación por sustancias químicas.



Derechos humanos

### MEJORA CALIDAD DE VIDA DE LOS HABITANTES DE PUEBLO GRANDE

Hace más de diez años que los agricultores de Pueblo Grande cambiaron los métodos tradicionales de cultivo y producción de alimentos por otros más modernos. Esto ha permitido un crecimiento en el sector productivo y económico, mejorando la calidad de vida de sus habitantes, señala en entrevista Adolfo Pachola, representante de comunicación de asuntos públicos de la entidad. Con la aplicación de un paquete tecnológico que incluye el uso de maquinaria moderna (figura 1.10), así como la aplicación de fertilizantes producidos por la industria química (sustancias como el amoníaco, fosfatos y nitratos) se ha logrado que en los últimos años las cosechas sean más abundantes y que la producción de alimentos satisfaga la demanda del pueblo y

zonas aledañas. Don Genaro Carmona, habitante y agricultor de Pueblo Grande, comenta: "antes abonábamos el suelo con estiércol, pero desde que usamos las sustancias químicas para fertilizar el suelo tenemos mejores cosechas".

Para los habitantes de Pueblo Grande, el desarrollo tecnológico en la producción de maquinaria y sustancias químicas usadas en la agricultura no sólo ha traído cambios en los sistemas de producción, también ha generado cambios en la manera en que la gente se relaciona con su entorno y con el tiempo han adoptado nuevos usos y costumbres.



Figura 1.10 Sistemas de riego automatizados y tractores asistidos con software son ejemplos de la tecnología aplicada a la agricultura.

Para ayudarles en su análisis:

1. ¿Qué relación hay en cada caso con la química?
2. ¿Consideras que el uso de fertilizantes te beneficia, ya sea que vivas en el campo o en la ciudad? ¿Cómo?
3. ¿Crees que el uso inadecuado de fertilizantes y otros productos químicos puede llegar a perjudicarte a ti o a tu comunidad?
4. ¿Qué impresión sobre el uso de sustancias químicas genera en las personas la difusión de noticias como la de La Ventisca?
5. ¿Te parece importante que se publiquen este tipo de casos en los medios de comunicación?
6. ¿Con sólo leer uno de estos casos puedes tener una idea clara acerca de los beneficios o perjuicios que conlleva el uso de sustancias químicas?
7. ¿Podría catalogarse a los fertilizantes como benéficos o dañinos? ¿En qué medida sus efectos benéficos o perjudiciales son responsabilidad de quienes los usan?
8. ¿Consideras riesgoso el uso de detergentes en champúes y lavatrastes?
9. ¿Crees que las sustancias químicas son nocivas para la salud? Argumenta tu respuesta. ◀

#### TE RECOMENDAMOS...

Leer el siguiente artículo de Vicente Talanquer, "La Química en el siglo XXI. ¿Ángel o demonio?", en: *¿Cómo ves?*, disponible en: <http://edutics.mx/jmi>, que describe los beneficios de la química en nuestros días. (consulta: 23 de enero de 2017).

consultar Parker, Steve, *100 cosas que debes saber sobre la Ciencia, México*, SEP-Club de lectores, 2004 (Biblioteca de Aula). Podrás reflexionar sobre cómo la ciencia mejora nuestra vida.

Hay una relación importante entre las ventajas de contar con nuevos productos y las consecuencias de su fabricación y uso, pues en algunos casos tienen efectos nocivos para el ambiente y los seres vivos. Como consumidores tenemos la obligación de tomar decisiones informadas y discernir entre ideas tendenciosas e información veraz para consumir de manera responsable tanto los productos sintéticos como los naturales. Los conocimientos que adquieras de la química y la tecnología te permitirán entender mejor el mundo en que vivimos y formar una opinión clara y fundamentada de muchos de los problemas que aquejan a nuestra sociedad y también de sus posibles soluciones.



### ¿Qué opinas de la química y la tecnología?

Analizarás cómo influye la publicidad en la opinión que tienes de la química y de la tecnología.

La influencia de los medios de comunicación en nuestra opinión no siempre es tan evidente. Observa las siguientes fotografías (figura 1.11) y responde las preguntas. Escribe en diez líneas, la opinión que tienes al verlas:

1. ¿Qué ventajas se promueven de cada producto?
2. ¿Qué mensaje aporta cada uno sobre el uso de sustancias químicas en su elaboración?
3. ¿Cómo crees que este tipo de publicidad influye en la percepción que las personas tienen de los productos químicos y de la tecnología?
4. ¿Consideras que los anuncios que promueven el uso de productos naturales causan rechazo hacia los elaborados con sustancias químicas sintéticas?
5. ¿Los productos 100% naturales pueden ser dañinos? ¿Cómo? Menciona un ejemplo. ◀



Consumo

Como te habrás dado cuenta, decir que la química es “mala” o “buena” no necesariamente es cierto. Se puede comentar que un producto en particular es benéfico o perjudicial, pero la mayoría de las veces se necesita más información y conocimientos para poder emitir un juicio objetivo. No obstante, son frecuentes los comentarios alrededor de lo buenos o malos que son los productos químicos indicando sólo eso, que se trata de “químicos”. Esta manera de calificar “por sentido común” y con poca información tiene un nombre: **prejuicio**.

Así como hay prejuicios sobre la química, quizá también existen prejuicios sobre hacer o estudiar química; muchas personas piensan que es aburrida o difícil. En este curso conocerás cómo se trabaja en la química, en qué ámbitos de nuestra vida cotidiana está presente y el impacto que ha tenido para los seres humanos y el ambiente. Probablemente te sorprendas con lo que descubrirás: la química tiene una gran cantidad de aplicaciones en la vida cotidiana y ofrece grandes ventajas en la satisfacción de necesidades básicas, la salud y el ambiente, ¡y hasta es divertida!

Ahora, tal vez puedas responder las preguntas: ¿qué puede aportar la ciencia, y en particular la química, a la producción de alimentos de calidad? Y ¿qué impacto puede tener el uso de productos químicos en la alimentación y el ambiente?



Figura 1.11 La publicidad tiene efecto sobre la opinión de las personas. Se estima que al día vemos 3 mil anuncios publicitarios.



La ciencia y la tecnología que hoy conocemos son el resultado de cientos de años de trabajo e investigación de miles de hombres y mujeres que se hicieron preguntas o buscaron la solución a algún reto para mejorar su vida cotidiana. Los medios de comunicación, a veces, publican una imagen de la química basada en sus prejuicios y no en un balance objetivo sobre sus aportaciones al conocimiento de la naturaleza y al bienestar de los humanos. Para que tú tengas una opinión objetiva es necesario revisar con cuidado qué importancia tiene la química en tu vida, tu comunidad y el desarrollo de tu país.

### ¡Aplica!

Identificarás aportaciones de la química a la alimentación.

1. Observa las imágenes de la figura 1.12 y contesta lo siguiente.
  - a) Explica algunas ventajas y desventajas del uso de productos químicos en la elaboración de alimentos.
  - b) Menciona los alimentos que piensas que pueden ser desarrollados o producidos a través de procesos químicos o usando productos químicos.
  - c) Explica qué otras industrias se están beneficiando del conocimiento químico.
  - d) ¿Qué criterios crees que deben considerarse para darles valor o utilidad a los procesos químicos en todo lo que te rodea?
  - e) Haz una lista de las cosas que usas todos los días antes de llegar a la escuela que involucren a la química.
  - f) ¿Qué puedes hacer para verificar la información de la publicidad? Redacta una conclusión y compárala con las de tus compañeros.
  - g) ¿Consideras que los comentarios de la gente y los medios de comunicación han influido en la opinión que tienes sobre la química?
2. Consulta en internet los siguientes videos y escribe si la opinión que se da de la química es positiva o negativa y cuáles son los argumentos que se usan.
  - a) Anuncio de radio de jabón (década de los años cincuenta) en: <http://edutics.mx/jsb> (consulta: 01 de junio de 2016).
  - b) Anuncio de saborizante de chocolate (década de los años cincuenta) en: <http://edutics.mx/jsa> (consulta: 01 de junio de 2016).
  - c) Jugos naturales (década de los años noventa) en: <http://edutics.mx/4FC> (consulta: 01 de junio de 2016).
3. Escribe un pequeño ensayo sobre lo que pensabas de la química y lo que piensas ahora. Toma en cuenta las aportaciones del conocimiento químico y tecnológico en la satisfacción de necesidades básicas, en la salud y el ambiente. Comparte tus respuestas con tu grupo. ◀



Figura 1.12 Nuevos métodos de conservación y sustancias bactericidas son algunos de los aportes de la química a la industria alimentaria.



## Identificación de las propiedades físicas de los materiales

**A**gua, agua destilada, agua mineral, agua purificada, agua saborizada, agua dulce, agua de mar. Hoy en día es posible conseguir muchos tipos de agua con distintos fines. Para tener peces marinos en una pecera, es necesario tener agua salada, mientras que para tener peces de río, el agua dulce es la apropiada. Para beber agua hay una infinidad de posibilidades: agua de la llave y agua purificada, entre otras (figura 1.13). En particular la bebidas rehidratantes son muy populares entre quienes practican deporte de alto rendimiento y tienen algo muy particular que permite distinguirlos a simple vista: el color.

Por lo general, las bebidas rehidratantes tienen colores llamativos, como azul, amarillo o rojo. Tal color es producto de algunas sustancias químicas que se le agregan al agua. Sin embargo, los colores llamativos no son exclusivos de estas bebidas, pues también el líquido anticongelante para los coches tiene un color parecido (figura 1.14). A diferencia de las bebidas rehidratantes, este líquido no es para beber y es usado para que los automóviles no se sobrecalienten en verano ni se congele el líquido del radiador en invierno. De hecho, no sólo no está hecho para beber, sino que es sumamente tóxico y su consumo podría causar daños graves.

¿Cuáles características son las que te permiten distinguir entre estos dos líquidos? ¿Cómo podrías distinguir si una botella sin etiqueta tiene una bebida rehidratante o un anticongelante? ¿Qué propiedades distinguen a los materiales?

En la naturaleza existe un sinnúmero de materiales diferentes que distinguimos todos los días. Algunos son evidentemente diferentes, como una piedra y el agua, y otros que son más parecidos, como la sal y el azúcar. Sabemos que son diferentes materiales pues hay algo que los hace distintos. Siempre que un material presente al menos una característica diferente a otro, podremos afirmar que se trata de materiales diferentes. A estas cualidades de los materiales les llamamos **propiedades**. Cada material tiene propiedades que lo hacen diferente de otros.

En la vida cotidiana, nosotros identificamos algunas de las propiedades de los materiales para distinguirlos unos de otros, como es el caso de la piedra y el agua, que son diferentes, entre otras cosas, por el **estado de agregación**. Sin embargo, a menudo es necesario recurrir a otras propiedades para distinguirlos; ¿cómo podrías saber si un bloque de metal es de acero o de aluminio? ¿Qué propiedades pueden tener los materiales?

### Propiedades cualitativas

Las características de las sustancias que podemos percibir a través de nuestros sentidos se conocen como **propiedades cualitativas**. El estado de agregación y el color son propiedades cualitativas; otras son el sabor, el olor y la textura, por citar algunas de ellas.



Figura 1.13 Agua mineral y agua purificada. ¿Tienen las mismas características?



Figura 1.14 Uno de estos recipientes tiene una bebida rehidratante y el otro contiene un veneno potencial, ¿qué podrías hacer para saber cuál es cuál?

El estado de agregación no siempre es el mismo para un mismo material. Por ejemplo, puedes distinguir entre un hielo y el agua líquida, en ambos casos se trata de agua. En el congelador el agua es sólida, mientras que a temperatura ambiente el agua es líquida. Este fenómeno no es exclusivo del agua: la lava ardiente que sale de un volcán en erupción es roca líquida, pues las condiciones del subsuelo así la mantienen, mientras que a temperatura ambiente, la lava se solidifica. ¿Qué otras propiedades dependen del medio?

**Recuerda que...**  
Una hipótesis es una suposición sobre lo que puede ocurrir (resultado) dadas ciertas condiciones.



### Lo mismo pero... ¿diferente?

Clasificarán materiales con base en algunas propiedades y las relacionarán con las condiciones físicas del medio donde se encuentran.

#### Material

Cuatro charolas hechas con hojas de papel de reúso de 10 x 10 cm, dos vasos, dos bolsas de plástico (o globos), una barra de chocolate, aceite de cocina, manteca de cerdo, margarina, hielo y refresco con gas (figura 1.15).

#### Procedimiento

- Reúnanse en equipo para realizar la siguiente actividad.
  - Coloquen un poco de cada material en charolas diferentes. Para el aceite y el hielo usen los vasos. Llenen parcialmente una bolsa (o un globo) con el gas del refresco y una cantidad, lo más parecida posible, de aire en la otra bolsa (o globo) y cuiden de cerrar muy bien ambas bolsas. Anoten en la tabla 1.1 lo que se pide.



Figura 1.15 Procuren, antes de iniciar la actividad, preparar y etiquetar los materiales y sustancias que utilizarán.

Tabla 1.1 Propiedades cualitativas

Propiedad	Hielo	Chocolate	Manteca	Margarina	Aceite	Aire*	Gas de refresco*
Estado de agregación							
Color							
Forma							
Olor*							
Tamaño							
Sabor*							

\* Oler y probar antes de cerrar las bolsas.

- Clasifiquen los materiales en su cuaderno usando la tabla 1.2, incluyan los contenidos en las bolsas o globos (gas de refresco y aire).
- Supongan que se expone cada material al sol durante 20 minutos, escriban lo que piensan que le pasará a cada uno de ellos, esto significa que estarán planteando una **hipótesis**.
- Pongan las muestras 20 minutos al sol y observen: ¿qué pasó con cada una? De todas las muestras, ¿cuáles sufrieron cambios de color, forma, olor, tamaño, sabor (en los casos que sea posible) o estado de agregación? Regístrenlos también en la tabla 1.2.

Tabla 1.2 Estado físico de los materiales

Antes de poner al Sol		
Sólido	Líquido	Gaseoso
Después de poner al Sol		
Sólido	Líquido	Gaseoso



**Resultados y conclusiones**

1. Comenten en equipo si identificaron alguna relación entre el estado de agregación y el medio (antes y después de ponerlos al sol).
2. Comparen sus observaciones con las hipótesis que propusieron.
3. ¿Pasó lo que esperaban?, ¿qué cosas fueron diferentes?
4. Comparen los resultados de sus observaciones con las del resto del grupo, considerando:
  - a) Si hubieran hecho el experimento en un día nublado y muy frío o en uno más caluroso, ¿hubiera ocurrido lo mismo con las muestras?
  - b) ¿Qué resultados esperarían para cada uno de los materiales usados si los hubieran colocado en el congelador?
  - c) Expliquen cómo se relacionan los resultados que tuvieron con el ciclo del agua.
5. Discutan de qué manera influyen las condiciones del ambiente sobre el estado de agregación, color, sabor, olor y forma de algunos materiales que tengan en casa, por ejemplo, velas, refrescos, gas L.P.
6. Expliquen la validez de la siguiente frase: "el agua es un líquido inodoro, incoloro e insípido", para ello consideren que las condiciones del ambiente pueden variar desde cero grados hasta 60 grados Celsius.
7. En un texto de diez líneas expliquen cómo las condiciones del ambiente hacen que lo mismo pueda ser diferente (propiedades cualitativas). ◀

Desde que somos niños aprendemos a identificar las sustancias a través de nuestros sentidos; ahora sabes que lo que hacemos es reconocer algunas de sus propiedades cualitativas. Podemos distinguir las cosas dulces de las saladas, las amargas de las ácidas, así como las que tienen olores agradables de las que no los tienen. Estas propiedades pueden cambiar, por ejemplo, con el estado de agregación. En general, una misma sustancia cambiará su estado de agregación según se modifique la temperatura del medio, a muy bajas temperaturas tenderá a ser sólida, a temperaturas mayores, líquida, y a altas temperaturas será casi siempre un gas (siempre que la presión ambiental sea la misma).

Otro ejemplo es el color, el cual puede cambiar en los materiales por diferentes razones (figura 1.16), por ejemplo, en los cristales líquidos que se utilizan en los termómetros que indican la temperatura por medio de un cambio de color. También puede cambiar la intensidad del olor de los materiales: al sacar un platillo del refrigerador su olor apenas es notorio, mientras que al calentarlo éste puede ser percibido con mucha intensidad aun a metros de distancia.

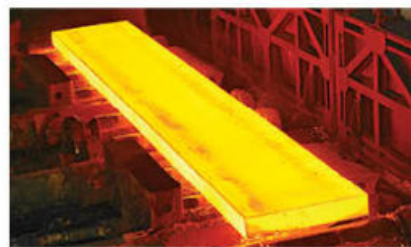
Las diferencias que percibimos no siempre nos permiten afirmar con seguridad cuáles son las diferencias entre algunos materiales. ¿Cómo podrías afirmar que dos bebidas son igual de dulces?

**Recuerda que...**

De acuerdo con la escala Celsius, el agua se solidifica a  $0^{\circ}\text{C}$  (cero grados Celsius) y su temperatura de ebullición es de  $100^{\circ}\text{C}$  al nivel del mar. Por ello es impreciso decir que "el agua es líquida".

**¡ATENCIÓN!**

Identifica las preguntas que se sugieren en el proyecto al final de este bloque y reflexiona con tu equipo: cómo se puede aplicar el conocimiento sobre los estados de agregación del agua para recuperar y reutilizar el agua del ambiente.



**Figura 1.16** Algunas propiedades cualitativas, como la luminiscencia, el color o el olor, dependen de la temperatura. Una barra de metal brilla y emite luz al ser calentada hasta el punto del "rojo vivo", lo que también le ocurre al filamento de un foco al encenderlo.

**Los sentidos a prueba****Identificarán los límites de sus sentidos.**

Es común creer que sabemos percibir qué hay, o qué tanto hay, de un material en una bebida, pero, ¿esto realmente es cierto?

**Material**

Sal, vinagre, colorante vegetal azul, cuchara, marcador, probeta de 100 ml o jeringa graduada de 20 ml, un gotero y 15 vasos desechables chicos.

**Procedimiento**

Van a realizar tres experimentos en donde usarán sus sentidos para percibir las diferencias de sabor, olor y color. Dos miembros del equipo no deben saber cómo se prepararán las muestras para el experimento.

1. Preparen tres vasos desechables con 100 ml de agua (medidos con la probeta o la jeringa) y márkennlos como A, B y C.
2. En el vaso A pongan dos cucharadas de sal y agiten por cinco minutos. En el B pongan 50 gotas de vinagre. En el C pongan 50 gotas de colorante vegetal.
3. Tomen ahora cuatro vasos, cada uno con 50 gotas de agua y márkennlos con las letras W, J, H y K. Al vaso W le vamos a añadir 30 gotas de agua con sal del vaso A; al vaso J, 20 gotas del mismo vaso; al H, 10 gotas, y al vaso K, cinco gotas. Los integrantes del equipo que NO participaron en la elaboración de las muestras deberán probar el contenido de cada uno de los vasos y decir cuál les parece más salado. ¿Qué tan salada es cada una de las muestras? ¿Qué tanta diferencia encuentran entre un vaso y otro? ¿De qué manera expresarían la diferencia que hay entre las muestras?
4. Repitan el procedimiento con otros cuatro vasos a los que añadiremos gotas del vaso B, pero en este caso fíjense en el olor de las muestras. ¿Qué tan olorosa es cada muestra? ¿Qué tan diferente es la intensidad del olor de las muestras que hay en los vasos? ¿De qué manera expresarían esa diferencia?
5. Sigán el mismo procedimiento con otros cuatro vasos para el contenido del vaso C, pero ahora presten atención al color de las muestras (figura 1.17). ¿Qué tan diferente es la intensidad del color de las sustancias de cada vaso? ¿De qué manera expresan esa diferencia?



**Figura 1.17** Variación en la intensidad de color de las muestras.

**Resultados y conclusiones**

Elaboren una tabla en la que indiquen sus resultados y contesten en su cuaderno.

1. Utilizando únicamente sus sentidos, ¿podrían establecer con precisión qué tan saladas, olorosas o coloridas son las diferentes muestras de sustancias respecto de otras con distintas concentraciones?
2. Expliquen en qué casos fue fácil describir las diferencias entre los vasos y cuándo se les hizo más difícil, ¿a qué creen que se deba la dificultad? ¿De qué manera podría conocerse con precisión el color, el olor o el sabor de las cosas? ◀

Tal vez es fácil distinguir entre estados de agregación o entre objetos con diferente color o entre sabores dulces y salados, pero nuestros sentidos tienen un límite. Recuerda el experimento anterior: cuando las diferencias en olor, sabor y color son muy pequeñas, podemos llegar a equivocarnos. Incluso puede pasar que dos personas que olieron la misma muestra tuvieran opiniones opuestas sobre la intensidad del olor. Esto hace necesario que los seres humanos hagamos mediciones objetivas, de manera que podamos estar de acuerdo y manejar los mismos datos a pesar de nuestra percepción personal. Esto es muy importante, por ejemplo, en el comercio diario, pero también en los experimentos: a diferencia de las propiedades cualitativas, existe otro tipo de propiedades que pueden ser medidas, con lo que se obtiene una cantidad que no depende del observador. Es por ello que los aparatos de medición hacen una gran diferencia en la caracterización de los materiales, pues así podemos determinar sus propiedades sin temor a estar equivocados (figura 1.18).

¿Recuerdas la foto del inicio de esta secuencia? Al comparar el líquido anticongelante y la bebida rehidratante, no podríamos percibir diferencia entre colores; además, en este caso ninguno de ellos tiene aroma, por lo que no nos es útil el olfato, y para complicar aún más las cosas, el anticongelante es muy venenoso por lo que no podemos usar tampoco el gusto. ¿Qué propiedad podríamos usar para distinguirlos?

### Propiedades cuantitativas: medidas y mediciones

Aunque la bebida rehidratante y el anticongelante se parezcan, sabemos que no son lo mismo. Lo que los hace diferentes son sus propiedades. Sin embargo, muchas de estas propiedades son iguales, en particular, las propiedades cualitativas que acabamos de ver. El color, olor y estado de agregación son algunos ejemplos, y lo que descubrimos es que para diferenciar estos líquidos es necesario hacer mediciones precisas. Pero ahora la pregunta es: ¿qué podemos medir de estos líquidos? ¿Qué podemos medir de diferentes materiales u objetos en general?

### Propiedades extensivas

Desde que ibas a la primaria te enseñaron a medir dos propiedades de los objetos: la masa y el volumen (figura 1.19).

El volumen es una propiedad de los objetos que nos indica el espacio que ocupan. Para medirlo podemos usar varios métodos dependiendo del tipo de objeto de que se trate. Si se trata de un líquido es suficiente con verterlo en una probeta graduada y observar el nivel que alcanza.



Figura 1.18 Los seres humanos necesitamos hacer mediciones para tener puntos de acuerdo. Esto es fundamental para el comercio diario y especialmente en la investigación científica.

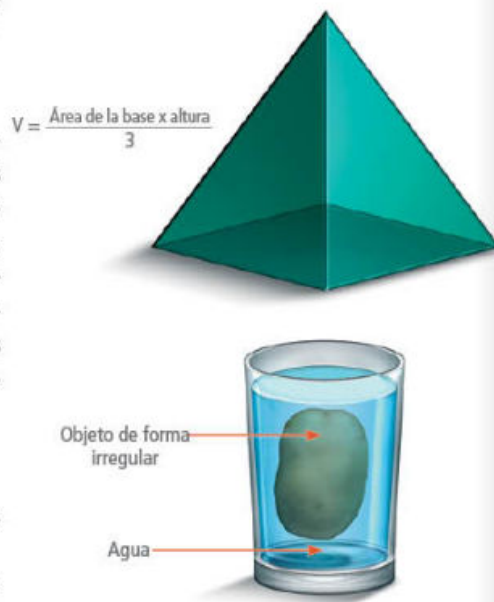


Figura 1.19 En tu curso de Ciencias 2, desarrollaste con mayor detalle los conceptos de masa y volumen, así como las formas de medir el volumen de algunos objetos.

La masa, como viste en tu curso de *Ciencias 2*, es una medida de la inercia de un cuerpo y determina su peso en la Tierra. La masa se mide usualmente con balanzas y básculas (figura 1.20). Comencemos por explorar estas dos propiedades y veamos cuál es su papel en la caracterización de los objetos y materiales.

Las propiedades como el **volumen** y la **masa** dependen de la cantidad o tamaño de la muestra y del material en cuestión. Si tenemos dos pedazos de madera diferentes (figura 1.21) podemos afirmar que el volumen es diferente, al igual que su masa.

Como se puede ver de este caso, las propiedades masa y volumen no nos dicen mucho del material, más bien nos hablan de cada trozo en particular (figura 1.22). A las propiedades que, como la masa y el volumen, dependen de la cantidad de material se les llama **propiedades extensivas**. ¿Qué nos permiten decir estas propiedades sobre un material si dependen de la extensión de material? ¿Hay alguna propiedad que conozcas que sea de este tipo?



### De la extensión a la particularidad

Identificarás que hay propiedades que dependen de la cantidad de material y propiedades que no presentan esta dependencia.

En este momento conoces algunas propiedades cualitativas y es muy posible que intuyas que hay propiedades medibles (cuantitativas) que nos permiten identificar de qué material se trata. Ahora analiza a partir de datos obtenidos de muestras de anticongelante (tabla 1.3) y de una bebida rehidratante (tabla 1.4) y contesta lo siguiente:

- Usando los datos de cada tabla por separado, ¿puedes decir si la masa y el volumen dependen de la cantidad de la muestra?
- Calcula el valor  $m/V$  para cada muestra de anticongelante y de bebida rehidratante y anótalo en la tabla respectiva. Responde en tu cuaderno:
  - ¿La relación  $m/V$  cambia durante tus cálculos para cada material? Explica si es posible suponer que esta relación es propia de cada material, o si depende de la cantidad de la muestra.
  - Investiga: ¿qué nombre recibe la propiedad que relaciona  $m/V$ ? ¿Crees que este valor es único para cada material? ¿Puedes usarlo para identificarlo?
  - ¿De qué manera podrías determinar con precisión la propiedad que relaciona  $m/V$  de un material con tus sentidos?
- Discutan y contesten. ¿Qué característica diferencia la masa y el volumen de la densidad?
- Entre todo el grupo respondan: ¿Por qué es necesario usar instrumentos de medición para calcular las propiedades cuantitativas de los materiales? ◀



Figura 1.20 Las balanzas analíticas modernas son capaces de medir con una precisión de diezmilésimas de gramos.



Figura 1.21 Si el tipo de madera en los bloques es el mismo, al bloque de mayor tamaño le corresponde una mayor masa.



Figura 1.22 La masa de los objetos depende del material. Un trozo de plomo puede tener mayor masa que un trozo de madera de mayor volumen.

Tabla 1.3 Anticongelante

Muestra	Volumen (ml)	Masa (g)	$m/V$
1	50	55	
2	35	38.5	
3	75	82.5	

Tabla 1.4 Bebida rehidratante

Muestra	Volumen (ml)	Masa (g)	$m/V$
1	50	50.5	
2	35	35.35	
3	75	75.75	

## Propiedades intensivas

La cantidad que resulta de dividir la masa entre el volumen de un objeto es llamada **densidad**. Tomando la interpretación matemática que resulta de la división de la masa entre el volumen, donde podemos pensar en que se hace una repartición equitativa de la masa entre cada unidad de volumen, interpretamos a la densidad como la masa de cada ml (o  $\text{cm}^3$ ). Así podemos decir que la masa de cada ml de anticongelante es de 1.10 g, mientras que cada ml de la bebida rehidratante tiene una masa de 1.01 g.

Como verás, la densidad no depende de la cantidad de material de la muestra. Esta propiedad, derivada de dos **propiedades extensivas**, no es una propiedad extensiva. Hay otras propiedades además de ésta, y de ellas hablaremos a continuación.

La densidad es una propiedad que no depende del tamaño de la muestra; a este tipo de propiedades se les llama **propiedades intensivas** y nos permiten identificar las características de los materiales, no sólo de objetos particulares. Al igual que la densidad, existen otras propiedades intensivas que caracterizan a los materiales. A continuación se presentan algunas de ellas.



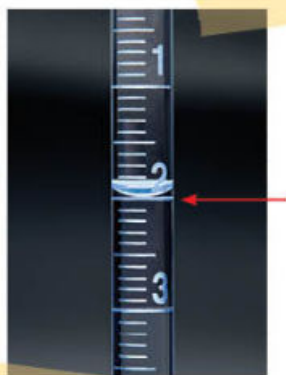
### ¿Espeso o denso?

Reconocerán la viscosidad como una propiedad intensiva de los líquidos, diferente a la densidad.

**Material.** Cuatro tubos de ensayo, cuatro canicas iguales que quepan en los tubos de ensayo, gradilla, probeta o jeringa, balanza, agua, aceite de cocina, miel de maíz y champú translúcido.

#### Procedimiento

1. Anoten en su cuaderno qué son para ustedes la viscosidad y la densidad.
2. Sigán las instrucciones que se encuentran a continuación.
  - a) Agreguen los líquidos en tubos de ensayo iguales hasta un centímetro por debajo del borde (figura 1.23).
  - b) Colóquenlos en una gradilla o en posición vertical.
  - c) Antes de realizar el experimento formulen una hipótesis sobre lo que creen que ocurrirá al soltar las canicas dentro de los tubos y expliquen por qué lo piensan así (por ejemplo, el orden en el cual las canicas llegan al fondo y por qué).
  - d) Dejen caer una canica pequeña en cada uno de los tubos y observen cuál llega al fondo más rápido (asegúrense de soltarlas al mismo tiempo).
  - e) Midan un volumen conocido de cada material y determinen su masa, calculen la densidad con la relación que ya conocen.
  - f) Ordenen los líquidos utilizados del más denso al menos denso.
  - g) Identifiquen qué tan bien funcionaron sus hipótesis sobre el orden de llegada de las canicas y del orden de densidad de los líquidos utilizados.



**Figura 1.23** La pipeta permite medir el volumen de los líquidos. Se debe considerar el punto más bajo del menisco (señalado con la flecha roja) para obtener una medida precisa.

## Resultados y conclusiones

1. Respondan las siguientes preguntas:
  - a) ¿En cuál de las muestras la canica tardó más en caer? ¿Ocurrió lo que esperaban? Si no es así, expliquen por qué.
  - b) ¿Consideran que con este experimento pueden identificar si una muestra es agua u otra sustancia? Expliquen cómo.
  - c) ¿Podrían asignarle un valor a la viscosidad de un material utilizando sólo sus sentidos, sin ayuda de ningún instrumento? Si utilizaras la velocidad de caída en el agua, ¿podrías darles valores de viscosidad a los líquidos usados?
  - d) Expliquen si puede decirse que un material más viscoso ("más espeso") es "más denso".
  - e) Revisen sus hipótesis con respecto al orden de llegada de las canicas y del orden de los líquidos usados por densidad. Expliquen si es posible relacionar la viscosidad con la densidad.
2. En grupo, respondan: ¿esta actividad cambió la idea que tenían de la viscosidad?, ¿de qué manera? ¿Cómo definirían la viscosidad en términos de lo observado en la actividad? ◀

## Viscosidad

A la resistencia que presenta un líquido a fluir, como cuando tratamos de pasarlo de un recipiente a otro, y a que un objeto se mueva a través de él, se le llama **viscosidad**. A mayor viscosidad hay mayor resistencia del líquido para que los objetos se muevan a través de él y por lo tanto el movimiento es más lento. Esta propiedad tiene múltiples aplicaciones industriales, por ejemplo, en los aceites que se usan como lubricantes en los automóviles, la viscosidad del producto es muy importante pues evita el excesivo roce o fricción entre dos piezas que se mueven, lo que disminuye su desgaste y prolonga la vida útil del motor (figura 1.24).



**Figura 1.24** Los grados de aceite (monogrado o multigrado) de los motores están basados en su viscosidad. Los de baja viscosidad se utilizan en invierno, cuando hace frío; los de mayor viscosidad en verano, cuando hace calor.

## Temperatura de fusión y de ebullición

Como sabes, el estado de agregación depende de las condiciones del medio. En particular depende de la presión y la temperatura. Si mantenemos la misma presión y cambiamos la temperatura es posible encontrar a los materiales en los diferentes estados de agregación. Por ejemplo, el agua dulce está en estado sólido a temperaturas bajo cero, líquida de  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  a  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$  y gaseosa para temperaturas mayores. Sin embargo, esas temperaturas no son las mismas para todas las sustancias y esos cambios son una propiedad intensiva de cada material.



### Hervir y fundir

Investigarán si la temperatura de ebullición y la temperatura de fusión son propiedades extensivas o intensivas.

#### Material

Agua, parafina rallada, manteca de cerdo, probeta de 500 ml, pocillo, estufa, termómetro ambiental, tubo de ensayo.

#### TE RECOMENDAMOS...

revisar la animación de cambios de estado y temperatura en la siguiente dirección electrónica: <http://edutics.mx/jmv>, y así aprecies cómo se relacionan (consulta: 01 de junio de 2016).

**Procedimiento**

1. En el pocillo pongan a calentar 200 ml de agua.
2. Cuando empiece a hervir, introduzcan el termómetro sin tocar las paredes ni el fondo y registren la temperatura en la tabla 1.5. (Utilicen guantes para no quemarse con el vapor de agua.)
3. Repitan el experimento, pero ahora con 500 ml de agua (utilicen el mismo termómetro de preferencia). Registren los datos en la tabla 1.5.

Nuevamente repitan el experimento pero ahora con 200 ml de agua en la que hayan disuelto 50 g de sal de mesa. ¿Creen que la temperatura de ebullición de la disolución será igual, mayor o menor que la del agua? Registren los datos en la tabla 1.6.

4. Coloquen parafina en los 2 tubos de ensayo de manera que se llegue en uno de ellos a la mitad del tubo y en otro a 2/3 de su capacidad. Introdúzcanlos en el pocillo con la disolución hirviendo (**con cuidado**). Esperen a que la parafina se haya fundido (cambiado al estado líquido) e introduzcan el termómetro. Apaguen el fuego y esperen a que se empiece a solidificar la parafina. En este punto midan la temperatura, saquen el tubo del agua y repitan el procedimiento con el otro tubo.
5. Repitan el procedimiento anterior, pero esta vez usen manteca de cerdo (para ello, saquen el tubo del pocillo).

**Resultados y conclusiones**

Contesten lo siguiente.

1. ¿Cuál de las muestras de la tabla 1.6 tiene la temperatura de ebullición más alta?
2. Las muestras anteriores tienen el mismo volumen, ¿qué las hace diferentes?
3. ¿Podrían distinguir la disolución del agua a simple vista?
4. Comparen las temperaturas de fusión de la manteca y la parafina, ¿son iguales o diferentes?
5. Si por error confundieran las muestras de los tubos de ensayo, ¿este experimento les ayudaría a identificarlas? Expliquen.

Discutan en grupo por qué decimos que la temperatura de ebullición es una propiedad intensiva. ¿Depende de la cantidad de materia o de la naturaleza de la misma? ◀

La temperatura en la que una sustancia pasa del estado líquido al gaseoso es llamada **temperatura de ebullición** y la temperatura en la que pasa de sólida a líquida es la **temperatura de fusión** (para valores constantes de presión —usualmente una atmósfera— se les llama punto de ebullición y punto de fusión, respectivamente). Ambas son propiedades intensivas y son características del material en cuestión; sus valores pueden ser verdaderamente diferentes como lo puedes ver en la tabla 1.7.

Cantidad de agua (ml)	Temperatura de ebullición (°C)
200 ml	
500 ml	

Muestra	Temperatura de ebullición (°C)
200 ml de agua	
200 ml de disolución de agua con sal	

Sustancia	Punto de fusión (°C)	Punto de ebullición (°C)
Agua	0	100
Alcohol	-117	78
Hierro	1539	2750
Cobre	1083	2600
Aluminio	660	2400
Plomo	328	1750
Mercurio	-39	357

**Solubilidad**

Se le llama solubilidad a la máxima masa de **soluto** que se disuelve en 100 g de agua (u otro líquido). La cantidad de sustancia que se puede disolver en 100 g de líquido es una **propiedad intensiva**. La solubilidad depende de la sustancia que se quiere disolver, ya sea sólida, líquida o gaseosa. Por ejemplo, el azúcar tiene una solubilidad en agua de más de 200 g azúcar/100 g agua (200 g de azúcar en 100 g de agua). Otras sustancias tienen una solubilidad tan pequeña en agua que no es posible calcular su valor. También se utilizan otros líquidos como **disolventes**, por ejemplo, alcohol o aceite; la solubilidad en estos líquidos es una propiedad intensiva del soluto que lo caracteriza y lo distingue de otros.

**Los aparatos y su importancia en el conocimiento del mundo**

Has visto que no bastan los sentidos para identificar todas las propiedades de los materiales; necesitamos **instrumentos de medición**. Al igual que las propiedades extensivas, las propiedades intensivas no se pueden identificar y medir con precisión sólo por medio de los sentidos. Para mejorar nuestra capacidad de entender y modificar el mundo hemos diseñado diversos aparatos e instrumentos. Algunos ejemplos son: las balanzas analíticas, los termómetros, viscosímetros (que miden la viscosidad) y picnómetros y densímetros (que miden la densidad).

▶ **¡Aplica!**

Analizarán cómo usar la medición de las propiedades de una muestra para determinar de qué material se trata.

1. Para determinar si una muestra de líquido colorido es una bebida rehidratante o anticongelante podrías medir sus propiedades y compararlas con las medidas conocidas. ¿Qué propiedades medirías? ¿Qué propiedades esperarías que fueran diferentes para cada bebida?
2. Haz una tabla con las propiedades que medirías y determina sus valores, consulta los datos del anticongelante (la bebida rehidratante se puede considerar como agua), para ello puedes ver los vínculos que te recomendamos en internet. ¿Cómo identificarías de qué muestra se trata en cada caso?
3. Discutan en grupo cuál es la importancia de conocer las propiedades de los materiales y cuál es el papel de los instrumentos de medición. ◀

Los instrumentos de medición han desempeñado un papel esencial en el desarrollo del conocimiento científico (figura 1.25), ya que en general es necesario conocer de manera cuantitativa y con precisión la magnitud de ciertas propiedades para concluir cómo y por qué se llevan a cabo determinados fenómenos.

Gracias a los instrumentos de medición, la química pasó de ser un arte "hermético" y propio de hechiceros a una ciencia en toda forma. La posibilidad de medir y registrar los cambios y especialmente la masa, le dieron prestigio y permitieron obtener materiales útiles que no sólo nos dieron la posibilidad de aumentar nuestro número como especie por medio de la producción de alimentos, también nos han hecho la vida más amable. De esto hablaremos más adelante.

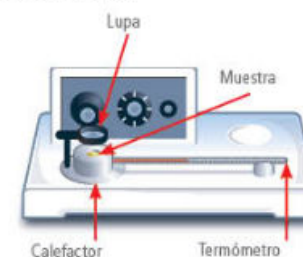
**GLOSARIO**

**Soluto.** En una disolución, es la sustancia que se encuentra en menor proporción.

**Disolvente.** Es la sustancia que, en una disolución, se encuentra en mayor proporción.

**TE RECOMENDAMOS...**

revisar las hojas de seguridad de un anticongelante y cómo debe diluirse en <http://edutics.mx/jmd> (consulta: 01 de junio de 2016).



**Figura 1.25** El equipo de Fisher-Johns se utiliza para determinar el punto de fusión de las sustancias.



## Experimentación con mezclas

Salud

Imagina un día muy caluroso. Has jugado mucho, te agobia la sed y de repente ves que fluye del suelo un chorro de agua cristalina (figura 1.26), ¿te arriesgarías a beberla? Seguramente sabes que no es conveniente tomar agua de cualquier lado. Para consumir agua, aun de la llave, se recomienda filtrarla (con filtros especiales) o hervirla por 10 minutos. En México es muy común el consumo de agua purificada embotellada, que garantiza estar libre de sustancias dañinas para el ser humano. El agua de lluvia no se recomienda para consumo humano si se encuentra cerca de las ciudades, pues puede ser dañina para la salud. Sabemos que el agua puede tener sustancias en ella, ¿qué evidencia tenemos de ello? ¿Qué hay en el agua? ¿Es posible separar las sustancias en el agua? ¿Existe el agua verdaderamente pura? En esta sección vamos a hacer algunas actividades que nos ayuden a dar respuesta a todas estas interrogantes.

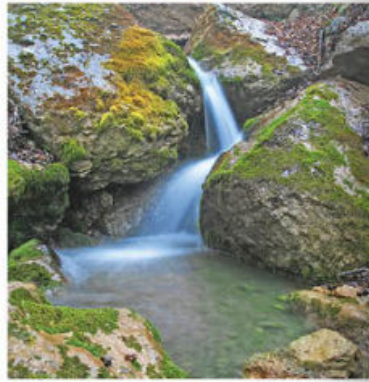


Figura 1.26 El agua para consumo humano requiere de tratamientos porque puede tener sustancias inadecuadas para nuestro organismo, aunque a simple vista no sean perceptibles.

### Mezclas homogéneas y heterogéneas

Al preparar agua de sabor es común agregar azúcar. Para que adquiera el sabor dulce es necesario mezclar por algunos segundos. Una vez que parece “desaparecer” el azúcar, lo que obtenemos es agua con azúcar: una **mezcla**. En ese caso sabemos que el agua en la jarra es una mezcla porque la hemos hecho nosotros, pero en otros casos no lo sabemos, como es el caso del agua de la llave, el agua de lluvia o el agua embotellada. ¿Serán mezclas?



#### Mezclas

Clasificarán mezclas en homogéneas y heterogéneas.

#### Material

Agua, sal de mesa, arena o grava, aceite de cocina, cuatro vasos de precipitados de 250 ml (o vasos de plástico del número ocho), agitador de vidrio (puedes usar un palito de madera o una pluma que ya no te sirva).

#### Procedimiento

1. Anoten en la tabla 1.8 las propiedades cualitativas de cada uno de los materiales.
2. Escriban en su cuaderno cómo imaginan que se mezclarán las siguientes sustancias y qué nombre se le puede dar a cada una de esas mezclas basándose en su apariencia.
3. Pongan 150 ml de agua en cada uno de 3 vasos. Agreguen media cucharada de sal en el primero, de aceite en el segundo, de arena en el tercero y agiten 10 minutos. En el cuarto vaso mezclen una cucharada de sal con una de arena y agiten 3 minutos. Dejen reposar las mezclas 5 minutos.
4. Observen las mezclas y completen la tabla 1.9. Consérvenlas para una actividad posterior.

Material	Color	Estado de agregación
Sal		
Agua		
Arena		
Aceite		

Mezcla	Estado de agregación	Se distinguen a simple vista los componentes de la mezcla (sí/no)	Anota cambios en propiedades cualitativas
Agua/sal			
Agua/aceite			
Agua/arena			
Sal/arena			

#### Resultados y conclusiones

Añadan una columna a la tabla 1.9 en la que clasifiquen a las mezclas como homogéneas o heterogéneas. Presenten sus conclusiones a sus compañeros. ◀

Si combinamos más de una sustancia obtenemos una mezcla. En la naturaleza hay muchos materiales que son una mezcla de dos o más sustancias. En ocasiones esto es evidente, como cuando observamos agua sucia con lodo, agregamos pedazos de fruta a la gelatina o mezclamos agua con aceite. Éstos son ejemplos claros de **mezclas heterogéneas**. Pero en otros casos no es fácil darse cuenta de que los materiales están constituidos por una mezcla de varias sustancias. El aire, por ejemplo, es una mezcla de muchos gases que no podemos distinguir a simple vista, decimos que se trata de **mezclas homogéneas**. Otro ejemplo es el agua que bebas, que casi siempre está mezclada con otras sustancias. Pero ¿cómo podemos estar seguros de que una muestra de agua es en realidad una mezcla homogénea de varias sustancias? ¿Es posible separar los componentes de una mezcla?

**Recuerda que...**  
La densidad, la solubilidad y la temperatura de ebullición son algunas de las propiedades más importantes de las sustancias.

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

Una mezcla de agua y aceite es heterogénea, pues es posible distinguir una sustancia de otra. Después de agitar y dejar reposar unos minutos encontraremos los dos líquidos acomodados en regiones distintas del vaso. La mezcla de agua y arena también es heterogénea pues es posible distinguir las partículas en el fondo del vaso. Dependiendo del material que agregamos al agua, las partículas pueden encontrarse en el fondo, en la superficie o en todo el recipiente.

Las propiedades de las sustancias nos permiten diseñar métodos para separarlas. Por ejemplo, puede haber casos en que una de las sustancias se pueda disolver en agua y la otra no, o que una hierva a menor temperatura, o que se acomoden de diferente manera por tener diferente densidad, por citar algunos ejemplos. Revisa nuevamente la tabla 1.9, ¿puedes identificar cuáles son las propiedades que debes tomar en cuenta si quisieras separarlas?



#### Métodos de separación de mezclas

Deducirán métodos de separación de mezclas heterogéneas.

#### Material

Las mezclas de la actividad anterior de agua/aceite y agua/arena. Dos vasos más, un poco de agua, arena, papel filtro (el filtro para cafetera puede funcionar).

**Procedimiento**

1. Revisen la tabla 1.9, piensen qué propiedad pueden usar para separar las mezclas que tienen.
2. Tomen el vaso de agua con aceite y agítelo por 20 segundos. Esperen 5 minutos y luego separen el aceite del agua y depositenlo en uno de los vasos vacíos. Describan lo que hicieron.
3. Pongan un poco de arena sobre el papel filtro y fíjense si es posible que la arena pase. Expliquen qué características de la arena y el filtro producen esto. Dejen caer agua por el papel filtro y verifiquen si el agua pasa. Expliquen qué característica del agua y el filtro produce esto.
4. Deduzcan una forma de usar el papel filtro y un vaso vacío para separar la arena de la mezcla de agua y arena. Escriban el procedimiento y realíenlo.

**Resultados y conclusiones**

¿Es posible separar las mezclas heterogéneas?, ¿qué métodos lo permiten? ◀

**Decantación**

Si en una mezcla heterogénea se encuentran sustancias con diferentes densidades, éstas ocuparán posiciones diferentes en el vaso cuando se deja en reposo. Como consecuencia, cuando los objetos o sustancias que se mezclan con un líquido producen una mezcla heterogénea, es posible separarlas dejándola en reposo por un tiempo y luego extrayendo una de las sustancias. A este **método de separación** se le llama **decantación**. ¿Cómo podrías usar este método para separar el agua y la arena?

**Filtración**

En las mezclas heterogéneas donde uno de los componentes está constituido por partículas de mayor tamaño que el otro, es posible usar un filtro que impida el paso de las partículas grandes pero que permita el paso de la otra sustancia (figura 1.27). Eso es justamente lo que hiciste con el agua y la arena con ayuda del papel filtro. A este método de separación se le llama **filtración**. ¿Será posible usar este método con una mezcla de dos sólidos o para separar el agua del aceite?

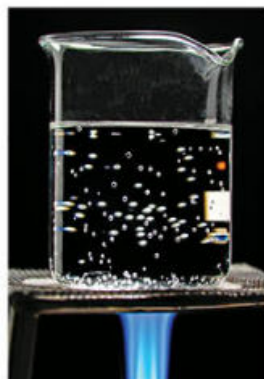
**Técnicas de separación según el tipo de mezcla**

Como verás, separar mezclas heterogéneas es relativamente fácil, pero no es lo mismo con mezclas homogéneas. Revisa la mezcla agua/sal, ¿cómo podrías separarla?

Ahora puedes comprender por qué el agua de la llave y la de lluvia, así como el agua embotellada, que contienen otras sustancias además del agua, son mezclas homogéneas, compuestas por agua y algunas otras sustancias que por el momento desconocemos. ¿Podemos usar los métodos de decantación o filtración, para separar el agua de la sal? ¿Es posible separar las mezclas homogéneas? Para separar las mezclas heterogéneas usamos la diferencia de propiedades físicas, como la densidad y el tamaño de las partículas, ¿qué propiedades físicas nos pueden ayudar a separar otras mezclas? El estado de agregación es una propiedad que puede ser de mucha utilidad. Si el agua se evapora a una temperatura distinta que la sal, ¿cómo podríamos usar esto para separar el agua de la sal? (figura 1.28).



**Figura 1.27** A la filtración de sólidos de diferentes tamaños por medio de mallas también se le llama cribado o tamizado.



**Figura 1.28** El agua se evapora al hervir; si contiene otras sustancias que hiervan a temperaturas más altas, éstas se pueden recuperar.

**¡ATENCIÓN!**

La temperatura de ebullición es una propiedad cuantitativa y es diferente para cada sustancia. Esta información te será útil para desarrollar tu proyecto.

**¡A separar!**

Deducirán algunos métodos de separación de mezclas homogéneas.

**Material**

Las mezclas de agua/sal y arena/sal (que en este caso supondremos que es homogénea), un pocillo con tapa, parrilla eléctrica, agitador, agua y papel filtro.

**Procedimiento**

1. Usen los datos de la tabla 1.10 para hacer una deducción de lo que pasará si pones a hervir la mezcla de agua/sal hasta que se consuma. ¿Qué piensas que quedaría al fondo del pocillo?
  - a) Usen ese procedimiento para separar la sal del agua. Coloquen una tapa sobre el pocillo cuando quede poca agua para evitar que se quemem por posibles proyecciones de sal caliente.
  - b) Al finalizar el proceso esperen a que se enfríe lo que quede en el pocillo y pruébenlo.
  - c) Describan cómo usarían este procedimiento para separar una mezcla de agua y alcohol.
2. Piensen en la serie de procesos que podrían llevar a cabo para separar la sal de la arena de la última mezcla y realíenlo.

**Resultados y conclusiones**

Discutan en grupo cómo hicieron para separar la sal de la arena y qué otras mezclas podrían separar con otros métodos de separación. ◀

**Destilación**

La **destilación** es un método de separación de mezclas homogéneas y consiste en aprovechar las diferencias en la temperatura de ebullición de las sustancias que conforman dicha mezcla. Si ésta se calienta, la sustancia con temperatura de ebullición menor comenzará a cambiar a estado gaseoso y se separará del resto de la mezcla. Después se puede recuperar esta sustancia si se le hace pasar por un dispositivo que le baje nuevamente la temperatura (figura 1.29).

Cuando trabajaste la mezcla del agua con sal el agua hirvió primero. De hecho, la sal no hierve en un pocillo sobre la estufa, pues no alcanza su temperatura de ebullición. Si se recuperara el agua condensando el vapor, obtendríamos agua destilada, libre de sal. La destilación de alcohol sigue el mismo proceso, en este caso se separan dos líquidos.

A los métodos de separación que hacen uso de las propiedades físicas de los materiales, como es el caso de la destilación, la filtración y la decantación, se les denomina **métodos físicos** (tabla 1.11).

**Recuerda que...**

La mezcla de arena y sal, si se ve con cuidado, es en realidad heterogénea, pero dado que están tan finamente repartidas la arena y la sal vamos a considerar que su mezcla es homogénea sólo para esta actividad.

**Tabla 1.10**

Sustancia	Temperatura de ebullición
Agua	100 °C
Alcohol	78.4 °C
Sal	1490 °C

**TE RECOMENDAMOS...**

revisar la animación sobre separación de mezclas homogéneas en: <http://edutics.mx/jsk> (consulta: 01 de junio de 2016).



**Figura 1.29** La destilación es un método utilizado en bebidas de distintos tipos para consumo humano.

Tabla 1.11 Técnicas de separación y ejemplos de mezclas que se pueden separar

Mezcla	Tipo de mezcla	Propiedad considerada	Técnica utilizada	Lugares donde se utiliza
Agua y aceite	heterogénea	Densidades diferentes	Decantación	Recuperación de aceites en refinerías
Grava y arena	heterogénea	Tamaño diferente	Tamizado	Industria de la construcción
Chatarra de acero de basura común	heterogénea	Magnetismo	Magnetización	Reciclado de basura
Sal de agua	homogénea	Punto de ebullición	Evaporación	Salineras
Sal de roca	heterogénea	Solubilidad	Disolución/ filtración	Minas de sal
Gasolina de chapopote	homogénea	Punto de ebullición	Destilación	Refinerías

### Concentración y sustancias

Si tomamos sal y aplicamos cualquier método de separación física, nunca podremos separarla en sustancias diferentes, siempre obtendríamos sal. Por lo tanto, decimos que la sal es una **sustancia**.

Una sustancia es aquel material que no puede ser separado por métodos físicos en otras sustancias. Una mezcla de agua con alcohol que es separada por destilación, nos permite obtener por un lado el alcohol y por el otro, agua. Sin embargo, al momento de destilar y recuperar el alcohol vaporizado siempre obtenemos alcohol con un poco de agua; exactamente 96% de alcohol. Es por ello que el alcohol que venden en las farmacias es conocido como *alcohol del 96*.

### El agua para consumo humano, ¿qué tan pura es?

Aunque destilemos el agua, siempre tiene algo más (figura 1.30). Obtener agua 100% pura no es posible, sin embargo, podemos acercarnos mucho a ella al destilarla. Eso nos permite obtener agua bastante pura. Pero ¿qué es bastante pura?

En la etiqueta de algunas botellas de agua para consumo humano, se menciona la cantidad de sodio que contienen y, aunque varía, todas lo tienen. La norma oficial mexicana NOM-086-SSA1-1994 establece el uso de leyendas en función de la cantidad de sodio que tenga un producto (tabla 1.12). En el caso del agua, la porción considerada es de 240 ml, es decir, que el agua muy baja en sodio tiene un contenido de sodio menor o igual a 35 mg/240 ml. ¿Qué significa esto?

El agua se puede comprar en botellas de diferentes presentaciones, por ejemplo, 240 ml y 1.5 l (litros). Si la botella pequeña es etiquetada como *muy baja en sodio* (contiene 24 mg/porción) y la grande como *sin sodio* (contiene 5 mg/porción), ¿significa

que la botella grande tiene menos sodio que la chica? Si consideramos que el agua con menor sodio es más recomendable para consumir, ¿qué botella de agua nos conviene tomar? La respuesta es que nos conviene tomar la que tenga menos sodio si comparamos volúmenes iguales de agua; en este caso una porción. A esto le llamamos **concentración** y es lo que nos da información sobre la cantidad de sustancia que está mezclada en cada unidad de volumen de la otra en la mezcla. Mientras mayor sea la concentración del sodio, más sodio hay por porción. Así sabemos que elegir el agua más adecuada significa elegir aquella con menor concentración de sodio.

#### GLOSARIO

**Sustancia.** Es un tipo de materia que posee un conjunto de propiedades específicas e invariables.



Figura 1.30 El agua que consumimos no es 100% pura; debe ser sometida a procesos de separación como la decantación y la filtración.

Tabla 1.12 Productos con menor contenido de sodio

Tipo de producto	Contenido de sodio
1. Productos libres de o sin sodio	Menor de 5 mg/porción
2. Productos muy bajos en sodio	Menor o igual a 35 mg/porción
3. Productos bajos en sodio	Menor o igual a 140 mg/porción



### ¿Qué tan concentrado está?

Identificarán la relación entre la variación de la concentración de una mezcla y sus propiedades.

#### Material

Azúcar, agua, 3 vasos, una probeta de 100 ml o 1 jeringa de 20 ml, balanza, agitador.

#### Procedimiento

1. Marquen sus vasos con los números 1, 2 y 3.
2. Coloquen las cantidades de agua y azúcar indicados en la tabla 1.13, según corresponda a cada vaso.
3. ¿Cómo podrían saber cuántos gramos de azúcar tiene cada ml del primer vaso? Escriban en su cuaderno su propuesta y llévenla a cabo. Procedan de igual manera con los vasos 2 y 3. Con sus resultados completen la tabla 1.13 y reordenen la tabla de mayor a menor concentración.
4. Prueben las mezclas y ordénenlas de la más dulce a la menos dulce.

**Recuerda que...**  
La concentración relaciona la cantidad de un componente con respecto a otros en una mezcla. Hay varias maneras de expresarla.

Tabla 1.13

Vaso	Azúcar (masa)	Agua (volumen)	Azúcar (g/ml de mezcla)
1	5 g	100 ml	
2	6 g	150 ml	
3	15 g	250 ml	

#### Resultados y conclusiones

1. ¿Coincide el orden de la mezcla más dulce con la más concentrada de la tabla 1.13?, ¿y el de la menos concentrada?
2. Describe ¿cuál es la relación entre la cantidad de azúcar de cada ml con la dulzura?
3. Si pones al sol la muestra del vaso 2, y su volumen disminuyera, por la evaporación, a 75 ml ¿sería más o menos dulce que la muestra 1? Comparando la cantidad de azúcar disuelta y el volumen de disolución de las mezclas anteriores, ¿en qué caso decimos que tenemos mayor concentración? ◀

La **concentración** —expresada en masa por unidad de volumen— es una manera muy práctica de reconocer cuánto hay de una sustancia en cada unidad de volumen de disolución. Para indicar la concentración de una disolución se puede usar porcentaje masa (% m/m) y porcentaje volumen (% v/v).

### Expresión de la composición de una mezcla: porcentaje masa (% m/m) y porcentaje volumen (% v/v).

Supón que tienes 1 g de azúcar y lo mezclas con 9 gramos de agua, de tal forma que la mezcla tiene una masa total de 10 g. ¿Qué masa de azúcar hay en cada gramo de la mezcla? Ya que 10 g de mezcla tiene 1 g, entonces cada gramo de la mezcla se queda con una décima parte del azúcar: es decir, 0.1 g. Podemos calcular la masa del azúcar por cada unidad de masa de la mezcla haciendo una división. La masa de azúcar por cada unidad de masa de la mezcla es el resultado de:

$$\text{Masa de azúcar por gramo de mezcla} = \frac{\text{Masa de azúcar}}{\text{Masa total de la mezcla}}$$

Considera la tabla anterior, si suponemos que la densidad del agua es de casi 1 g por cada ml, ¿qué porcentaje masa hay de azúcar en cada caso?

En general, si queremos expresar el porcentaje de masa de azúcar de la masa total, entonces sólo multiplicamos por 100. En este caso obtenemos 10%. A esto le llamamos el porcentaje en masa (% m/m). Observa:

$$\% \text{ m/m} = \frac{\text{Masa de uno de los componentes de la mezcla}}{\text{Masa total de la mezcla}} \times 100$$

El resultado es el porcentaje de masa que corresponde al soluto. En el caso de la disolución del ejemplo anterior, el 10% es el porcentaje de masa de azúcar en la mezcla.

En el caso de mezclas de líquidos y gases, se prefiere expresar su composición en *porcentaje volumen*. Al igual que en el porcentaje masa, el porcentaje volumen (% v/v) es una razón entre el soluto y el total de la mezcla, pero esta vez considerando el volumen de cada uno de ellos. Tomemos como ejemplo al aire, es una mezcla con cantidades casi constantes de oxígeno y nitrógeno si consideramos su composición (79% en volumen de nitrógeno y 20.8% en volumen de oxígeno) pero hay otros gases que faltan para completar el 100%, uno de ellos, el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) está aumentando en concentración en el aire debido a la quema excesiva de combustibles que hacemos para cocinar, movernos en vehículos y para obtener energía eléctrica. Esto es particularmente importante, pues existe la **teoría** de que el aumento del CO<sub>2</sub> explicaría un posible aumento de temperatura que alteraría los ciclos naturales.

La relación para evaluar concentración en % v/v es muy similar a la que usaste para % m/m

$$\% \text{ v/v} = \frac{\text{Volumen de uno de los componentes de la mezcla}}{\text{volumen de la mezcla}} \times 100$$

### Relación entre las propiedades de las mezclas y su composición

La composición de una mezcla define también las propiedades de la misma, lo habrás notado, por ejemplo, en la dulzura del agua azucarada. Otro ejemplo es el agua pura, que al nivel del mar hierve a 100 °C, ¿qué esperarías que sucediera al añadirle sal?, ¿y al añadirle alcohol?, ¿debería hervir a mayor o a menor temperatura?



#### ¿Cuál es la concentración?

Calcularán la concentración en % m/m y % v/v de disoluciones, y las relacionarán con sus propiedades.

#### Material

Agua potable, dos jarras de 1 l, dos vasos de 500 ml, cuchara, báscula, probeta graduada, vaso medidor o jeringa, termómetro, sal y alcohol del 96 (figura 1.31).

#### Procedimiento

1. Preparen las siguientes mezclas con las cantidades que se

Mezcla	Masa de soluto	Masa de disolvente	Masa total	Concentración % m/m	Temperatura de ebullición °C
250 ml de agua y 3 cucharadas de sal					
500 ml de agua y 12 cucharadas de sal					

#### GLOSARIO

**Teoría.** Es una explicación de un fenómeno y es posible ponerla a prueba para corroborar su validez. Todas las teorías son susceptibles de ser cambiadas o refutadas.



Figura 1.31 El alcohol del 96 contiene 96 partes de alcohol por cada 100 partes en volumen.

muestran en las tablas 1.14 A y B. Usen la balanza para medir las masas y la probeta para medir el volumen (la densidad del agua es 1 g por cada mililitro, así, 50 ml de agua equivalen a 50 g). Hagan las mediciones y cálculos necesarios para completar las tablas.

Mezcla	Volumen de soluto	Volumen de disolvente	Volumen total*	Concentración % v/v	Temperatura de ebullición °C
250 ml de agua y 30 cucharadas de alcohol					
500 ml de agua y 100 cucharadas de alcohol					

\* Mide el volumen total después de hacer la mezcla.

2. Formen cuatro equipos. Cada uno trabajará con una de las mezclas preparadas.
3. Calienten la mezcla que les haya tocado hasta que empiece a hervir. En este punto, midan la temperatura de la mezcla que les tocó. Llenen la tabla entre todos.

#### Resultados y conclusiones

1. ¿Cómo se relaciona la temperatura de ebullición con la concentración de sal, considerando % m/m?, ¿y con la concentración de alcohol, considerando % v/v?
2. ¿Tus resultados coincidieron con los que esperabas?, ¿por qué? Considera que la sal es un sólido hasta 800 °C y el alcohol puro es un líquido que hierve a 78 °C aproximadamente. ◀

#### ¡Aplica!

Conocerán otro método de separación.

**Material.** Tres tiras de papel filtro de 8 x 2 cm, tres vasos de vidrio, tres plumones de diferente color, cinta adhesiva, alcohol y tres abatenguas o palitos de madera.

#### Procedimiento:

1. Tracen con lápiz una línea transversal en cada una de las tiras de papel filtro a 2 cm de uno de los extremos. Sobre esta línea, a la mitad, marquen un punto de 2 mm de diámetro con un plumón distinto en cada tira. Con la cinta adhesiva fijen el otro extremo de la tira (el que no tiene el punto marcado) al palito de madera. Pongan 1/2 cm de alcohol en cada vaso y coloquen una tira de papel dentro de cada uno, con la marca del plumón hacia abajo (figura 1.32). Es muy importante que el punto de tinta no toque directamente el alcohol.
2. Sin mover los vasos observen con atención las tiras de papel hasta que el líquido suba 1/2 cm antes de llegar al borde superior. Saquen las tiras de los vasos y déjenlas secar.
  - a) Usen lo que han estudiado en esta secuencia y expliquen si la tinta es o no una sustancia pura.
  - b) Compáren las tres tiras y expliquen las diferencias en las tintas usando el término "concentración".
3. El método anterior se llama cromatografía, investiga qué otros métodos existen y sus posibles usos.



Figura 1.32 Dispositivo armado.

#### Resultados y conclusiones

¿Qué técnicas usarían para limpiar el agua de lluvia y en qué la emplearían? ◀





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

Como hemos discutido en secuencias anteriores, no es recomendable consumir el agua de lluvia en zonas cercanas a las ciudades. De igual forma que hoy en día no es recomendable tomar el agua de los ríos o lagos si no estamos seguros de que es apta para el consumo humano. Esto se debe a la posible contaminación de la fuente del agua en cuestión. Por ejemplo, si en un lago se practican deportes acuáticos en lanchas de gasolina, es muy probable que el agua esté contaminada. Lo mismo podemos decir del agua de un río donde se acostumbre lavar ropa u otras cosas.



**Figura 1.33** Existen muchas formas de contaminar el agua al introducir sustancias no aptas para el consumo. Los gases también pueden contaminar el agua que cae al llover.

Más peligroso puede ser el caso del agua que es contaminada por los desechos de la industria, que pueden incluir metales pesados, cuyo consumo es muy peligroso para la salud (figura 1.33). Entre las sustancias altamente nocivas se encuentran el mercurio, arsénico, cadmio, plomo y el cromo, entre otras. Si estas sustancias son peligrosas al consumirse con el agua, ¿al consumir cualquier cantidad, por pequeña que sea, estamos poniendo en riesgo la salud? ¿Qué cantidad es muy peligrosa? ¿Qué tan común es encontrar estos contaminantes en el agua de un lago?

El mercurio es un metal que se encuentra en estado líquido en condiciones ambientales comunes. Aunque sea líquido al igual que el agua, si mezclamos medio litro de mercurio (densidad 13.7 g/ml) con medio litro de agua (densidad 1.0 g/ml) no obtendremos una mezcla homogénea.

El plomo es un metal pesado que se encuentra en estado sólido a temperatura ambiente y si dejamos caer un trozo a un vaso con agua no se disolverá como un cubo de azúcar; aunque lo agitemos por horas continuaremos viéndolo como un trozo al fondo del vaso. Lo mismo podemos decir de muchos otros contaminantes, al mezclarlos así con agua no obtenemos una mezcla homogénea. Entonces, ¿cómo es que contaminan el agua haciéndola mortal para algunos peces y probablemente para el ser humano también?

### Concentración en porcentaje de masa (% m/m) y sus efectos

En lo que has estudiado de este curso, te has dado cuenta de que el agua salada puede ser muy salada o poco salada, y que una manera de expresar esto es a través de lo que llamamos concentración. Cuando tienes una mezcla de agua con sal, muy concentrada, ésta será muy salada y cuando tengamos una mezcla de agua con sal, poco concentrada, significa que tendremos agua poco salada. También viste que es posible expresar esta concentración en términos de su composición porcentual, por ejemplo, en masa o en volumen (preferentemente para casos de líquidos y gases). Además, viste que mezclas con diferentes concentraciones tienen diferentes propiedades, por ejemplo, la temperatura de

ebullición. Sin embargo, no siempre es conveniente utilizar porcentaje como forma de expresar la concentración, ¿puedes imaginar en qué casos?



### Bajas concentraciones de metales en agua

Identificarás que aun en pequeñas cantidades, hay sustancias como algunos metales disueltos en agua que representan un riesgo para la salud si se consume.

A menudo no somos conscientes del riesgo de beber agua de dudosa procedencia, por ejemplo, un arroyo, un río, o un pozo. En las ciudades es frecuente que se rieguen los parques con "agua tratada". Algunas sustancias son muy peligrosas, ya que muy pequeñas cantidades pueden ser de alto riesgo para la salud si son consumidas. Revisa la tabla 1.15, en ella se indica la cantidad máxima de algunos contaminantes que se permiten en el agua potable (figura 1.34).

Fíjate en los valores que se muestran y calcula la concentración de cada uno de los materiales indicados en % m/m. ¿Los resultados son grandes o pequeños? Imagínate que alguien al hacer un análisis, te dice que el agua de tu casa tiene 0.000007% m/m de cadmio. ¿Sería segura para beber? Argumenta tu respuesta.

Si se consumiera diariamente una cantidad de plomo de 1 mg se consideraría que hay un riesgo de intoxicación grave por este metal. Un mg es una milésima de gramo, es decir, 0.001 g.

1. ¿Cuál sería la concentración de plomo en el agua medida en % m/m si ésta tuviera 1 mg de plomo por cada litro? Considera que 1 litro de agua tiene una masa de 1 kg (kilogramo).
2. ¿Te parece apropiado usar una expresión de concentración como ésta, para esta cantidad tan pequeña? ◀

Los resultados anteriores te dan un indicio de lo riesgoso que es tomar agua de mala calidad. Tomar 1 miligramo de plomo es muy peligroso pues puede generar una intoxicación grave. Siendo más claro, imagina que tienes un balón de plomo, una esfera con un diámetro de casi 3 mm de diámetro, y lo partes en mil pedazos. La cantidad de plomo de la que hablamos es uno de esos mil pedazos: una milésima de gramo. Sería más chico que un grano de sal. Si es difícil distinguirlo a simple vista, imagina disuelto en dos litros de agua.

Es posible que tengamos una mezcla de agua u otra sustancia con una concentración muy pequeña de una sustancia nociva para la salud y que no sea perceptible a simple vista y aun así ser peligrosa. Por ello es importante usar con-

**Tabla 1.15** NOM-127-SSA1-1994 límites permitidos de calidad de agua potable. (Fragmento)

Contaminante	Límite máximo permitido (en mg por cada kilogramo)
Arsénico	0.01
Cadmio	0.005
Plomo	0.01
Sodio	200.00
Mercurio	0.001



**Figura 1.34** Aunque parece que los dos vasos de agua pueden beberse, el agua puede contener metales pesados en concentraciones excesivas y causarnos daño.

### TE RECOMENDAMOS...

leer de Guerrero, M. e Isaac Schifter, *La huella del agua*, México, FCE, 2011, para que valores este recurso.

ceptos como el de **contaminación** y **concentración** para así poder identificar si una mezcla es peligrosa o qué tan pura es. Sólo como una referencia para comparar, fijate en el valor de sodio que se le permite contener al agua, ¡los valores son muy diferentes! Esto quiere decir que mientras en algunos casos pequeñas cantidades de sustancias, prácticamente invisibles e imperceptibles por el sabor (otra desventaja de nuestros sentidos) resultan ser verdaderos venenos, en otros casos las cantidades aun grandes no suponen un riesgo a nuestra salud.

### Toma de decisiones relacionada con: Contaminación de una mezcla

El agua es el líquido más abundante de la Tierra, pero siempre está mezclada con otras sustancias que no siempre podemos distinguir a simple vista; en otras palabras, el "agua natural" no es *pura agua* ni *agua pura*. Por ejemplo, 98% del agua que existe en la naturaleza es agua de mar que contiene un gran porcentaje de sal; y el agua de ríos, manantiales, ríos subterráneos y el agua de lluvia están mezcladas con sales y minerales (menos que el agua de mar pero aun así hay). Además, el agua de los océanos, ríos y lagos contiene gases disueltos, como oxígeno, del que dependen la mayoría de los organismos acuáticos.

Cuando algún material contiene una sustancia que altera sus propiedades de manera indeseada, decimos que está contaminado, y a esa sustancia se le conoce como **contaminante**. El plomo y el mercurio disueltos en agua de lagos y ríos son contaminantes, pues afectan a los organismos que ahí habitan (figura 1.35). No todas las sustancias son igual de contaminantes y no todas afectan a los organismos vivos de igual forma.

El plomo y el mercurio son dos ejemplos que en concentraciones pequeñas pueden ser muy peligrosas. Es por ello que para determinar qué tan contaminada está una muestra es necesario usar el concepto de concentración, pero en el caso de sustancias como el plomo, las concentraciones son tan bajas que usar el porcentaje en masa no resulta ser lo más adecuado (figura 1.36).

Regresemos al ejemplo del plomo, en el cual si se llegara a consumir 1 mg disuelto en un kilogramo de agua resultaría muy peligroso, podemos calcular la concentración expresada en porcentaje de masa, siendo de 0.0001%. Ya que se trata de un número muy pequeño convendría buscar otra manera de expresarlo.

Un miligramo es una milésima de un gramo y un kilogramo son mil gramos (y cada gramo equivale a mil miligramos). Entonces podemos ver que 1 ml de agua —considerando su densidad— es una milésima de kg (1 mg/1 000 000 mg, ¿sabes de donde salió este valor?). En ese caso podemos decir también que la concentración es de *una parte de plomo en un millón de partes totales de la mezcla*. A esto le llamamos **partes por millón (ppm)**. Las partes por millón expresan la cantidad de sustancia disuelta, expresada en los miligramos que hay en un kilogramo de muestra.

$$\text{ppm} = \frac{\text{Masa de sustancia disuelta en mg}}{\text{Masa de la muestra en kg}}$$

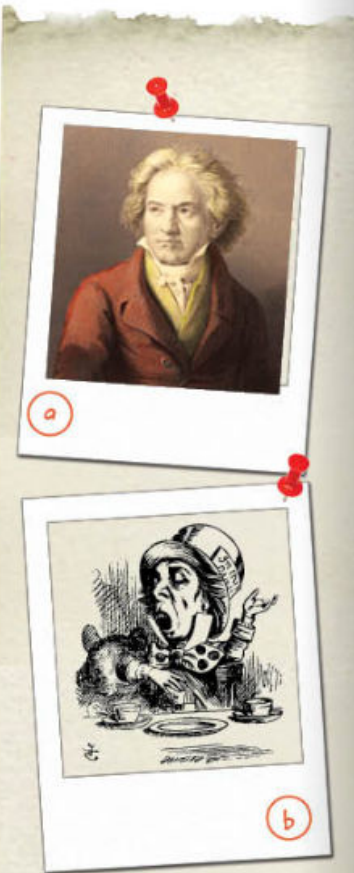


Figura 1.35 a) Es probable que el envenenamiento con plomo fuera la causa de la muerte de Beethoven, pues endulzaba el vino con "dulce de plomo" (acetato de plomo).

b) El mercurio usado en la confección de sombreros ocasionaba la destrucción y pérdida de tejido cerebral, a menudo esto resultaba en la locura de los sombrereros (como el personaje de Alicia en el país de las maravillas).

Es decir, en el caso del plomo de la actividad anterior, la masa de plomo es 1 mg y la mezcla 1 kg, entonces tenemos que la concentración es de  $1 \text{ mg}/1 \text{ kg} = 1 \text{ ppm}$ . Un número más cómodo para usar en concentraciones bajas.

Las normas mexicanas sobre contaminantes están expresadas justamente en ppm y los datos se pueden presentar gráficamente, como en el siguiente caso ficticio sobre la contaminación de un lago.



Figura 1.36 En México, el agua que proveen los servicios públicos, además de clorarse, pasa por un proceso de purificación que remueve diversas sustancias disueltas.



### Metales pesados en el agua

Identificarán la funcionalidad de expresar la concentración de una sustancia en porcentaje o ppm.

#### Procedimiento

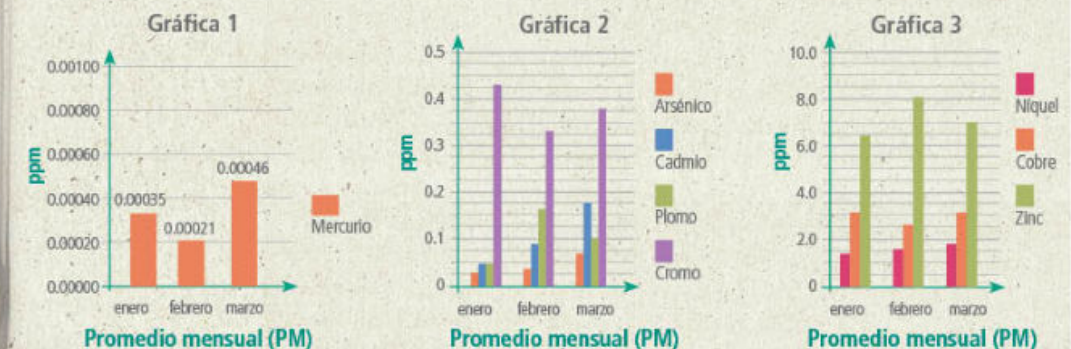
1. Lean el siguiente caso ficticio, observen sus gráficas y contesten las preguntas que se plantean:

## ALTAS CONCENTRACIONES DE METALES PESADOS

En el lago, donde la población del pueblo acostumbra ir de pesca, han aparecido peces muertos, lo que ha producido la preocupación de los visitantes. Algunos piensan que se debe a la actividad minera de la zona y por ello se solicitó a la universidad del Estado que realizara estudios del agua para averiguar si existía

algun contaminante que pudiera provocar la muerte de los peces y para que determinaran si se sobrepasaba alguno de los límites establecidos por las autoridades.

Los investigadores han presentado el resultado de sus investigaciones en las siguientes gráficas.



- ¿Qué sustancia se encuentra en mayor concentración? ¿Qué sustancia se encuentra en menor concentración?
  - ¿Cuántos miligramos de plomo hay en cada kilogramo de una muestra del agua del lago?
  - ¿Tienen elementos para sospechar cuál es la sustancia que mató a los peces?
- Elijan un mes y conviertan la concentración de mercurio a porcentaje de masa.
  - Usando la tabla 1.15 de límites de calidad de agua potable respondan:
    - ¿Cuántas partes por millón como máximo se permiten de mercurio en el agua potable?
    - Comparado con el cadmio, ¿el arsénico es más o menos contaminante? Argumenten su respuesta.

#### Resultados y conclusiones

Compartan las respuestas a esta actividad y a partir de ellas discutan cuándo conviene expresar la concentración en porcentaje y cuándo en partes por millón. ◀

### Toma de decisiones relacionada con: Concentración y efectos en la salud y el ambiente



En el siglo XVI un médico, astrónomo y alquimista suizo conocido como Teofrastus Bombastus von Hohenheim (1493-1541) –o para sus amigos, Paracelso– dijo: “Todo es veneno, nada es sin veneno. Sólo la dosis hace al veneno”, queriendo decir con ello que cualquier sustancia en exceso es dañina (figura 1.37). También hay sustancias que son benéficas o no son tóxicas, pero podrían llegar a serlo si estuvieran presentes en exceso. ¿Podrías beber 20 litros de agua diariamente?, ¿Qué tal si bebieras agua con sal de manera que ingirieras el valor máximo permisible de sodio indicado por la Secretaría de Salud?

Una sustancia que consideramos benéfica pero que en exceso resulta dañina es el azúcar (llamado sacarosa, formado por la unión de glucosa y fructosa). Las personas con diabetes, aunque cuiden la ingesta de carbohidratos, no logran controlar los niveles de glucosa en la sangre, que pueden llegar a ser muy altos, lo que les ocasiona graves daños a algunos órganos e incluso puede causarles la muerte; en otras palabras, aunque la glucosa es indispensable para los seres vivos, es tóxica si se encuentra en altas concentraciones en la sangre (figura 1.38).

La diferencia entre un medicamento y un veneno, como decía Paracelso, es la dosis. La Norma Oficial Mexicana NOM-001-ECOL-1996 indica los máximos niveles permitidos de algunas sustancias que se desechan en cuerpos de agua. Según mediciones reali-



Figura 1.37 Teofrastus Bombastus von Hohenheim, “Paracelso”.

Figura 1.38 La diabetes es un grave problema de salud pública en México. Las personas con esta enfermedad deben medir constantemente su nivel de glucosa en la sangre.



zadas por la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat), si la concentración de alguna sustancia excede el “límite máximo permisible” pone en riesgo la salud y la vida de los organismos presentes en ese sistema. En la tabla 1.16 se indica el límite máximo permisible de los metales pesados mencionados en el caso de contaminación.

#### Toxicidad

¿Por qué el límite máximo permisible es diferente para cada uno de los metales que se presentan? Algunas sustancias causan daño a los organismos aún en concentraciones muy pequeñas, mientras que otras necesitan estar en concentraciones altas para causar un efecto negativo. A la capacidad o propiedad de una sustancia de causar efectos nocivos a los seres vivos se le llama **toxicidad**.

La concentración de metales pesados que se muestra en las gráficas de la actividad anterior puede parecer pequeña, de hecho tal vez es suficientemente pequeña como para no hacer daño a los peces, pero aun así tal vez alguna (o algunas) sustancias tienen una concentración que sobrepasa el límite máximo permisible (figura 1.39).

Tabla 1.16 Límite máximo permisible Semarnat (nom-001-ecol-1996)

Metal	Promedio (ppm)
Arsénico	0.2
Cadmio	0.2
Cobre	6.0
Cromo	1.0
Mercurio	0.001
Níquel	4.0
Plomo	0.4
Zinc	20.0



Figura 1.39 La aspirina, uno de los medicamentos más usados en la historia, tiene propiedades analgésicas (reduce el dolor), antipiréticas (baja la fiebre) y antiinflamatorias (reduce la inflamación). Sin embargo, en exceso puede provocar malestar estomacal, fatiga, taquicardia, convulsiones y coma.



#### ¿Hay relación entre la concentración y el efecto?

Identificarás que diferentes concentraciones de una sustancia tienen diferentes efectos y aplicarás el concepto de concentración.

#### Procedimiento

Interpreta la información de las gráficas del caso presentado anteriormente y usa los datos de la NOM-001-ECOL-1996 para responder lo siguiente:

- ¿Cuál de los metales de la tabla 1.16 es el más tóxico? ¿Cuál es el menos tóxico?
- Observa las gráficas del caso, analiza las concentraciones y contesta:
  - ¿Cuál es el metal más abundante en la muestra (el de mayor concentración) en todos los meses? ¿En algún mes supera su límite máximo permisible?
  - El mercurio, considerado muy tóxico, ¿supera su límite máximo permisible? ¿Alguno de los otros metales lo sobrepasa? ¿En cuáles meses?
  - ¿La muerte de los peces fue ocasionada por el metal más abundante, el más tóxico o ninguno de los dos? Argumenta tu respuesta.
- Con base en tu análisis de las concentraciones y tomando en cuenta el límite máximo permisible, ¿qué metal consideras que es el causante más probable de la muerte de peces? Explica tu respuesta.
- ¿El hecho de que una muestra tenga mercurio significa que es tóxica?

### Resultados y conclusiones

Discutan en grupo la importancia de conocer el nivel de toxicidad de las sustancias y la concentración en el ambiente. Mencionen qué necesitarían saber para tomar decisiones informadas con el fin de cuidar la salud y el medio ambiente. ◀

### Química ambiental

El tema de la contaminación del aire ha preocupado a muchos investigadores de diversas áreas de la ciencia. Justamente, uno de ellos nacido en México, el ingeniero químico Mario Molina, junto con el estadounidense F. Sherwood Rowland, publicaron un artículo en 1974 donde advertían (con justificación) la amenaza que había sobre la capa de ozono debido al uso de cierto tipo de gases (CFC). En aquel tiempo sus investigaciones fueron criticadas, sin embargo, las evidencias sobre sus advertencias se concretaron, (figura 1.40), lo que demostró que tenían razón, por ello recibieron el Premio Nobel de Química en 1995. Esto dio como resultado que se fijaran los parámetros de control que debía hacer cada país en la emisión de ese tipo de gases.

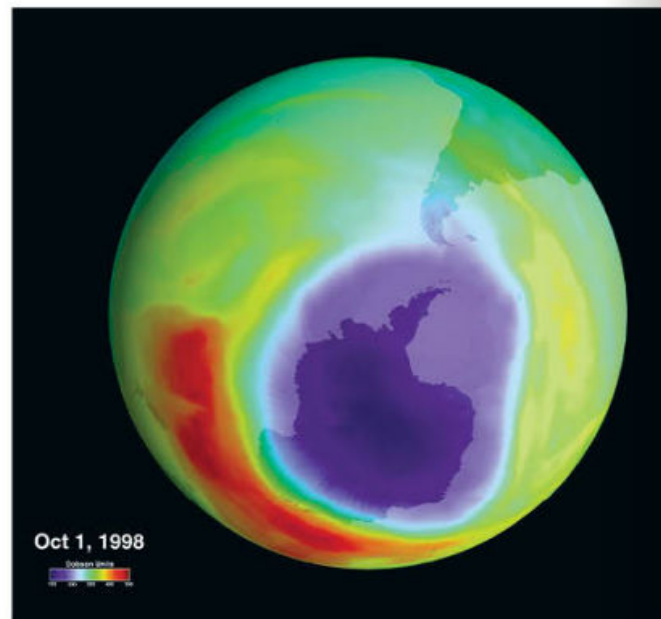


Figura 1.40 El daño en la capa de ozono es evidente y tiene un gran impacto en el planeta.

### ¡Aplica!

Analizarás e interpretarás datos de concentración de contaminantes que te permitan fundamentar la toma de decisiones.



A lo largo de esta secuencia te habrás dado cuenta de que hay diferentes normas y por lo tanto también hay diferentes límites para un mismo contaminante. Esto tiene que ver con el grado de afectación que puede ocasionar a la salud o al ambiente. Ése es el caso del plomo. En la sangre, un valor de 15 microgramos (la milésima parte de un miligramo) por cada decilitro (la décima parte de un litro) implica un riesgo, mientras que un valor de 70 microgramos por decilitro de sangre es una emergencia sanitaria (NOM-199-SSA1-2000), comparado con el valor de la NOM-127-SSA-1994. ¿Cuántas veces es más grande la concentración en el agua para beber? Y en el caso del agua residual (la que se descarga al drenaje), ¿cuántas veces es más grande ésta comparada con la concentración del plomo en el agua que se bebe?

Imagina que por un descuido del cartero, te llegan los resultados del análisis del agua residual de una compañía que se encuentra en tu colonia con los siguientes datos (tabla 1.17):

Contaminante	Resultado del análisis (% m/m)
Arsénico	0.000101
Cadmio	0.000035
Mercurio	0.0000007
Plomo	0.000025
Sodio	0.2

Identifica si los resultados del análisis implican que la compañía esté o no contaminando y para qué contaminantes (considera la tabla 1.17) de la NOM-001-ECOL-1996. ◀

Como puedes notar, aprender a interpretar datos, y en especial los que nos brinda la química, no sólo es útil, sino que resulta fundamental para tomar decisiones informadas en lo que consumes y también para conocer las normas que se les exigen a las distintas industrias. Como miembro de tu comunidad irás participando en ésta cada vez más, conforme vayas creciendo, y cada elección tendrá repercusiones en tu vida cotidiana y en la de los demás. Desde ahora, puedes empezar a entrenarte mejor para tomar buenas decisiones: ¿lees las etiquetas nutricionales de los alimentos que compras?, ¿sabes cuánto sodio tienen las bebidas que acostumbras? (figura 1.41). A partir de lo que has aprendido, ¿considerarías a tus familiares consumidores informados?

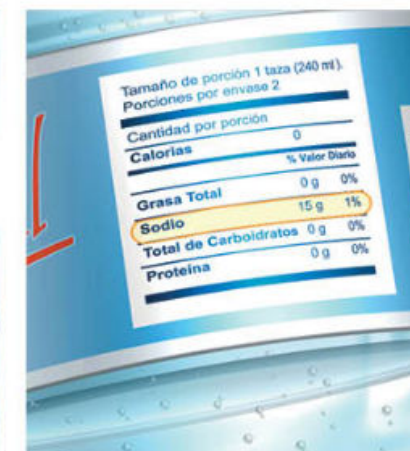


Figura 1.41 La concentración de sodio es distinta en los diferentes tipos de agua que ingerimos.



## Primera revolución de la química

Habíamos comentado antes que la química estudia los cambios en la materia. Piensa en la inmensa cantidad de materiales que se han diseñado para mejorar nuestra calidad de vida; piensa, por ejemplo, en los materiales con los que se construye un edificio. Si es necesario sostener varios pisos, lo que significa varias toneladas de peso, entonces es conveniente usar materiales resistentes, además de que es necesario que sean fáciles de colocar para dar la forma que uno desee. El cemento es un ejemplo de los materiales que usamos con este fin (figura 1.42). Otro material que es usado en las construcciones es el yeso, aunque sólo se usa en los acabados de los interiores, pues se estropea con la humedad.

Estos dos materiales tienen algo en común: se compran como un polvo muy fino y después de mezclarse con agua se produce una pasta que se endurece. Se hace tan dura que puede sostener toneladas (en el caso del cemento). Este cambio se debe a un proceso que llamamos fraguado. Pero ¿qué sucede con el agua? ¿Se evapora? ¿Se mezcla y se queda como parte del material final? ¿O será que sólo sirve para dar dureza al yeso o cemento y después se separa de la mezcla? ¿Cómo podemos averiguar si el agua se evapora o no?

Para responder las preguntas anteriores es necesario hacer registros de las observaciones y mediciones de diversos tipos de **variables** (éste es uno de los requisitos que debe cumplir una ciencia) que nos permitan determinar lo que sucede. Por ejemplo, la física (o filosofía natural) no hubiera pasado del estado de “entretenimiento de sabios” sin las aportaciones de personajes como Galileo Galilei (1564-1642) en los siglos XVI y XVII. Algunas de sus aportaciones más importantes a los procesos científicos fue lo que tiene que ver con la observación y el uso de las matemáticas. En esta secuencia intentaremos dar un pequeño vistazo a los procesos necesarios para comenzar a usar las observaciones como una herramienta en el estudio de los cambios de la materia. Comenzarás por hacer una observación del proceso del fraguado.



### Aprende a fraguar yeso

Observarán y describirán el proceso de fraguado del yeso.

**Material.** ¼ kg de yeso (figura 1.43), agua, vaso desechable, agitador o espátula.

#### Procedimiento

1. Agreguen la misma cantidad (en volumen) de agua y yeso al vaso desechable y mezclen bien con el agitador hasta que se haga una pasta homogénea. Dejen reposar la mezcla por 20 minutos. No tiren su vaso con yeso al terminar la activi-



**Figura 1.42** El proceso de fraguado tarda algunos días. La mezcla ha de mantenerse en la forma final mientras endurece o mientras está fraguando.

#### GLOSARIO

**Variable.** Una característica o propiedad que puede modificar su valor dentro de un rango especificado y que puede medirse.

Una variable que puede cambiar libremente el observador sin que cambie su valor cuando cambian otras variables se conoce como **variable independiente**. Una variable que modifica su valor como consecuencia de la modificación de otras variables se llama **variable dependiente**.



**Figura 1.43** El yeso (sulfato de calcio) lo pueden conseguir en una tlapalería.

dad, pues lo usarán al terminar esta secuencia didáctica.

2. Contesten lo siguiente:

- a) ¿Qué cambios observan en el proceso del fraguado?
- b) ¿En qué propiedades se pueden fijar para comparar antes y después del fraguado?

3. Hagan una lista de las propiedades que consideren relevantes para describir el proceso del fraguado.

4. Escriban qué suponen que le ocurre al agua durante el proceso de fraguado y qué bases tienen para decirlo.

#### Resultados y conclusiones

1. Compartan en grupo cuáles son sus hipótesis (sus suposiciones) sobre lo que sucedió con el agua y la evidencia que usaron para formularla.
2. Comenten qué propiedades consideran que son las que les permitirán determinar si el agua se evapora o forma parte del yeso fraguado. ◀

A nuestro alrededor hay cambios todo el tiempo: al cocinar cambia la comida, al respirar cambian los gases del aire, al quemarse una vela parece desaparecer, etcétera. Estos cambios son estudiados y descritos por la química gracias a que ha desarrollado métodos de investigación científicos. Galileo logró identificar la necesidad de tomar en cuenta las **propiedades relevantes** de un sistema para poder averiguar cómo influyen en el comportamiento del mismo (figura 1.44).

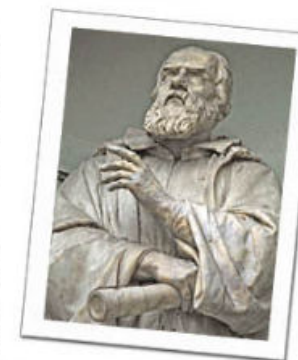
Antes del siglo XVI, la química aún no tenía el estatus de ciencia (por cierto, tal concepto es relativamente nuevo), más bien era una serie de supuestos, ideas mágicas, observaciones e ideología, todo en un **lenguaje criptico**. El resultado de esto era que sólo algunas personas tenían acceso a los conocimientos y no todas podían hacer buenas interpretaciones. El gran salto de la **alquimia** a la química pasó forzosamente por hacer buenos registros e identificar qué propiedades debían medirse (es más complejo que en física, pues los fenómenos que pueden presentarse son más complejos). ¿Qué es necesario medir en el caso de la química?

Bueno, si la química es la ciencia del cambio debe haber algo que sirva de ancla para medir esos cambios. Como viste antes, lo que distingue una sustancia de otra son sus propiedades. Así que para estudiar los cambios de la materia es necesario investigar cómo cambian las propiedades de la materia en estos procesos químicos y medir esos cambios. Por ejemplo, ¿qué propiedades cambian en los alimentos al cocinarlos? ¿Qué cambia en el aire antes y después de respirar? ¿Qué es diferente en una vela antes y después de quemarse (figura 1.45)?

Hay propiedades cualitativas y cuantitativas, por lo que algunas de ellas pueden ser medidas al asignárseles un valor numérico. Estas propiedades son las que podemos medir en estos procesos.

#### Recuerda que...

Las cosas de las que se ocupaba la ciencia hermética o alquimia (antecedente de la química) eran tan importantes como la fórmula de la riqueza infinita y la salud y juventud eternas, por eso se escribía de manera tan confusa que sólo podían entender unos cuantos, de ahí el vocablo de “criptico”.



**Figura 1.44** Galileo fue un precursor del método científico.



**Figura 1.45** Una vela es distinta antes y después de quemarse.



### Efervescencia

Medirán el cambio de algunas propiedades en un proceso químico: la efervescencia.

#### Material

Cinco pastillas efervescentes, una botella de 1 litro sin tapa con  $\frac{1}{2}$  l de agua, báscula, regla, probeta graduada.

#### Procedimiento

1. Mide la masa de las 5 pastillas junto con la botella (figura 1.46). Mide el volumen total del agua (con la probeta) y las pastillas.
2. Determina el estado de agregación de las pastillas y el agua. Haz una tabla para registrar los datos.
3. Echa todas las pastillas a la botella y espera a que deje de hacer efervescencia. Si es necesario, agita un poco. Al final mide nuevamente la masa y el volumen y registra los datos.



$$V = \pi r^2 \cdot a$$



Recuerda cómo calcular el volumen de un cilindro. Usa cm como unidad. El resultado estará en  $\text{cm}^3$ .

#### TE RECOMENDAMOS...

Leer el libro de Selva, Teresa, *De la alquimia a la química*, 3a. edición, México, Fondo de Cultura Económica, 2011. Para que conozcas más de la historia de la química.

#### GLOSARIO

**Efervescencia.** Desprendimiento de burbujas gaseosas a través de un líquido sin que se deba a ebullición.

**Figura 1.46** Es importante que antes de pesar, limpien la báscula y realicen sus mediciones en una superficie plana.

#### TE RECOMENDAMOS...

Leer la obra de García, Horacio, *Lavoisier, el investigador del fuego*, México, Pax, 2008, para que conozcas más a este gran científico.

#### Resultados y conclusiones

Discutan en grupo, con la guía de su maestro, los cambios de las propiedades que midieron. ¿Por qué consideran que se produjeron esos cambios? ¿Esperaban que cambiara la masa? ¿Qué pasó con el volumen? ¿Había manera de evitar esos cambios? En el proceso de efervescencia ¿es posible que siempre haya cambio en las propiedades o hay manera de evitarlo? ◀

### Aportaciones de Lavoisier: la Ley de conservación de la masa

En la efervescencia que acabas de observar se producen burbujas de un gas, se liberan y se mezclan con el aire que rodea la botella abierta. Por el momento no tenemos elementos para decir cómo se produce este gas, tal vez pudo estar atrapado en la pastilla, aunque no en el agua, ¿o sí? Después de todo sabemos que los materiales pueden cambiar de estado de agregación. Sin embargo, hay otros casos donde podemos sospechar que el gas que se mezcla con el aire se escapa del líquido, por ejemplo, en una botella de agua gasificada o un refresco.

Seguramente has notado que cuando abres una botella con refresco se escucha un siseo y sientes "presión" alrededor de tu mano, éstos son indicios que dicen que "algo" sale de la botella, en este caso gas. Es muy probable que ocurra lo mismo en el caso de las pastillas.

Te habrás dado cuenta en la actividad anterior que hubo cambios en la masa y el volumen, y esto tal vez se deba a que "salió" gas. De tal forma, tenemos la hipótesis de que los cambios en el volumen y la masa se deben a que se produce gas en el proceso y éste se escapa, sin embargo no tenemos evidencias para afirmar que si el gas no se escapara, entonces la masa y el volumen deberían tener el mismo valor que al principio. ¿Verdaderamente tiene masa el gas? ¿Cómo es posible medir su masa? ¿Qué tan importante es el estudio de sus propiedades? Aunque suene sorprendente, debes saber que el estudio de los gases cambió el estudio de los materiales y sus transformaciones.

Si quemamos un trozo de madera y medimos la masa antes y después, encontraremos que la ceniza es mucho más ligera. Este caso es semejante al de la efervescencia, y problemas como éste dieron origen a los estudios que determinaron la primera ley en química.

Durante la primera mitad del siglo XVII se creía que el fuego era una sustancia que se desprendía de los objetos al presentarse el proceso de combustión. Dicha creencia se basaba en la observación de que la masa cambiaba cuando un objeto se quemaba. Esta evidencia se repetía al quemar una inmensa cantidad de materiales, en esos casos parecía desprenderse algo que llamaron **flogisto**.

Sin embargo, el estudio cuidadoso de estos procesos produjo descubrimientos que no podían ser explicados con la existencia del flogisto. En 1772, el químico francés Louis-Bernard Guyton de Morveau (1737-1903) encontró que muchos metales, después de un proceso de combustión, se transformaban en una sustancia con mayor masa respecto a la que se tenía en la pieza original. Si la combustión es desprendimiento de flogisto, ¿cómo podía explicarse que la masa de los metales aumentara?

Con el fin de estudiar con más detalle los procesos de combustión, el químico Antoine Laurent de Lavoisier (1743-1794) diseñó y construyó balanzas sumamente precisas. Usando este equipo, recuperó por primera vez el gas resultante de la combustión y así encontró que, en todos los experimentos que realizó, la masa total del sistema no cambiaba; sin importar el proceso por el que pasara siempre y cuando se tomara en cuenta a todo el sistema de principio a fin (figura 1.47). Esta actividad que puede parecer trivial (hacer experimentos para ver si cambia la masa durante un proceso químico) es en realidad la piedra angular que hacía falta para poder iniciar el registro cuidadoso de los cambios en los materiales: había nacido la química (figura 1.48).



**Figura 1.47** Lavoisier, además de ser precursor de la química moderna, ocupó varios cargos públicos, entre ellos Comisario del Tesoro.



**Figura 1.48** Lavoisier propuso que la respiración es un proceso análogo a una combustión lenta, en donde el oxígeno que inhalamos se combina químicamente con la materia de nuestro cuerpo y gracias a ello obtenemos energía.



### ¿Lavoisier tenía razón?

Argumentarán la importancia del trabajo de Lavoisier en los mecanismos de investigación.

#### Material

Una botella de 1.5 l con agua hasta la mitad, cinco pastillas (o sobres de polvo) efervescentes, un globo grande, cinta adhesiva, balanza.

#### Procedimiento

- Realicen con cuidado las siguientes acciones.
  - Midan la masa del globo vacío.
  - Metan al globo las cinco pastillas y pulverícenlas. Sin que se caiga el polvo del globo, introduzcan la boca de la botella en el globo, como se muestra en la figura 1.49. Sellen con cinta adhesiva para evitar cualquier fuga posible. Midan la masa total.
  - Uno de ustedes sostenga con una mano el globo y deje caer el polvo dentro de la botella, esperen a que termine la efervescencia. Midan la masa total.
  - Desprendan con cuidado el globo sin dejar que escape nada de gas y ciérrrenlo con un nudo. Midan la masa del globo inflado con la balanza y, posteriormente, midan la masa de la botella con el líquido.
- Respondan las siguientes preguntas:
  - ¿Cambió la masa total? ¿Cambió el volumen total?
  - ¿Cómo podemos saber la masa de gas en el interior del globo? Estimen cuál es la masa del gas desprendido en este experimento.



Figura 1.49 Dispositivo armado.

#### Resultados y conclusiones

Discutan en grupo cómo es que la forma en que Lavoisier realizó sus investigaciones sobre la masa en un proceso químico se refleja en esta actividad, y cómo sus trabajos nos permiten mejorar los resultados de esta investigación. ◀

### ¿Qué es un sistema?

Cuando se quema un poco de **magnesio**, el material resultante, llamado óxido de magnesio, tiene una masa mayor que el metal original. ¿Cómo podría explicarse esto?

Lavoisier realizó mediciones con sistemas cerrados herméticamente, de tal forma que impedía la entrada y salida de materiales, aun de gases. Las mediciones de Lavoisier permitieron demostrar que si no se admite ganancia o pérdida de materia, la masa total del metal y el aire que lo rodean es la misma que la masa del óxido con el gas que lo rodea (figura 1.50).

#### GLOSARIO

**Magnesio:** Metal muy abundante en la corteza terrestre, se encuentra en la magnesita, el talco y, en forma de cloruro, en el agua de mar. Y forma parte de sustancias importantes en los vegetales, como las clorofilas.

En ciencia, llamamos **sistema** al conjunto de componentes que conforman el objeto de estudio. En el caso del magnesio en combustión, el sistema es el magnesio y el aire que lo rodea. En el caso de las pastillas efervescentes de la actividad anterior, el sistema está formado por el agua, las pastillas, la botella, el globo y el gas en su interior, donde el globo nos permitió mantener dentro de nuestro sistema al gas que se produce en la efervescencia.

De la misma forma, Lavoisier estudió la combustión de muchos materiales, pero en lugar de usar un globo trabajó con esferas de vidrio y otros materiales en los que se podría regular la entrada o salida de los gases.

Cuando la masa de un sistema no cambia durante cierto proceso, de manera que no hay ganancia o pérdida de materia, se dice que es un sistema cerrado. Este resultado es conocido hoy en día como la **Ley de conservación de la masa** y usualmente se enuncia como sigue:

*En un sistema cerrado la masa no cambia en un proceso químico o físico.*

Este resultado permitió reconsiderar muchas de las ideas e hipótesis que se tenían sobre los materiales y sus transformaciones.

En particular, Lavoisier propuso una nueva explicación del proceso de combustión y la describió por primera vez como una reacción con oxígeno.

Cuando se quema un trozo de madera, algunas sustancias de ésta se combinan con el oxígeno del aire y se produce un gas que también se mezcla con el aire. Al medir la masa del sistema cerrado aire-madera resulta ser la misma cantidad después de la combustión. Repitiendo el experimento ahora con metales, como el magnesio, se encontró que la masa del metal y el aire no cambiaba después de la combustión si se mantenía cerrado el sistema, pero si dejaba entrar aire la masa aumentaba (figura 1.51). Lavoisier lo explicó diciendo que el óxido de magnesio era una combinación del oxígeno del aire con el metal original.

### La importancia de la formulación de leyes en la química

La Ley de conservación de la masa nos da información sobre lo que sucede con esta propiedad en los sistemas cerrados, pero no nos dice nada sobre otras propiedades como el volumen. En las actividades pasadas hemos observado y medido más propiedades, como el volumen y la densidad, ¿se conservarán estas propiedades?

En el caso de las pastillas efervescentes, podemos observar que el globo se infló después del proceso, por lo que apreciamos un aumento en el volumen. Al haber un cambio de volumen manteniendo la masa constante, podemos deducir que la densidad también cambia. Es decir, existe al menos esta evidencia en la cual en un sistema cerrado el volumen sí cambia. Por ello no podemos asegurar que el volumen se conserve, a diferencia de la masa.

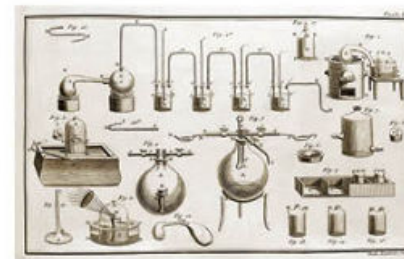


Figura 1.50 Lavoisier diseñó y fabricó los instrumentos que le permitieron medir la masa de sistemas cerrados antes y después de los cambios químicos.



Figura 1.51 La combustión del magnesio deja como resultado óxido de magnesio, que tiene una masa mayor que el metal original.

#### TE RECOMENDAMOS...

Leer más sobre los trabajos de Lavoisier en: <http://edutics.mx/jm6> (consulta: 01 de junio de 2016).

El cambio en el volumen no es exclusivo de este experimento, existen muchos otros que tal vez te sorprenderían.

Si en una probeta tenemos 5 ml de agua y en otra 5 ml de alcohol, tenemos un volumen total de 10 ml en nuestro sistema. Además podemos medir la masa de todo junto. Cuando mezclamos los dos líquidos sin perder ni una gota, sabemos que el sistema es cerrado y por lo tanto la masa no cambia. Eso sucede efectivamente. Sin embargo, cuando medimos el volumen de la mezcla encontramos que el volumen total no es de 10 ml, sino un poco menor. Tal vez quieras hacerlo. Aunque no ocurre una reacción química hay un cambio de volumen (figura 1.52).

Otro ejemplo en el que cambia el volumen y no la masa es cuando congelamos un poco de agua. Si a un vaso con agua le haces una marca donde está el nivel del agua y lo metes al congelador, encontrarás que una vez congelada el volumen será un poco mayor. Nuevamente, al tratarse de un sistema cerrado la masa no cambia (figura 1.53).

Los ejemplos anteriores son experiencias en las que no participan cambios químicos, pero en la explosión de la pólvora, en la combustión de gasolina, y aun al quemar gas LP el volumen cambia, principalmente por el cambio de temperatura, pero también porque se forman más partículas de las que originalmente había. Más adelante trataremos con detalle lo de las partículas cuando hablemos de moles.

Además de la Ley de conservación de la masa hay otras leyes de conservación gracias a las cuales se ha “construido” el edificio de conocimientos técnico-científicos que tenemos hoy en día ¡anímate a saber cuáles son!

### El conocimiento científico es cambiante

Si bien Lavoisier tuvo mucho éxito al resolver el enigma de la masa en los cambios, al parecer no tuvo tanta suerte en otros temas; por ejemplo, supuso que la luz y el calor eran elementos, y que todos los ácidos tenían oxígeno (de hecho ése es el significado del nombre oxígeno: “formador de ácidos”). ¡Pero no era su culpa!, considerando las pruebas que había obtenido, podía argumentar que lo que decía era cierto.

La ciencia encuentra cosas a veces de manera espectacular, pero aun cuando las explicaciones que da a ciertos fenómenos sean muy buenas, no siempre es fácil decidir de entre dos explicaciones cuál es la mejor ni podemos asegurar que nos sea útil para siempre. Los conocimientos que podríamos dar por ciertos hoy pueden cambiar si aparecen nuevos hechos, o bien, si se cambia la mirada de lo que sucede y se le ve de nueva forma.

La formulación de leyes brinda bases y fundamentos a las nuevas teorías y permite encontrar mejores explicaciones a los fenómenos conocidos.



Figura 1.52 Al mezclarse algunos materiales su volumen no necesariamente es la suma aritmética de los volúmenes de cada uno.



Figura 1.53 Durante los cambios de estado también cambia el volumen.

#### TE RECOMENDAMOS...

Leer de Rugi, Roberto, *La química*, México, SEP-Alejandro, 2013. (Biblioteca de Aula), para que aprecies cómo cambia el conocimiento en esta ciencia.

La Ley de conservación de la masa de permitió, además de las explicaciones de fenómenos conocidos, desarrollar nuevas teorías y diseñar nuevos experimentos que dieran origen a una comprensión más profunda de la materia y sus cambios. La medición, por lo tanto, fue incorporada definitivamente a las investigaciones científicas.

Junto con otros científicos, Lavoisier escribió un libro llamado *Método de la Nomenclatura Química*, en el que sentó las bases del lenguaje y la simbología de la química moderna (figura 1.54). Lavoisier es conocido como “El padre de la química”, ya que gracias a la fabricación de material de laboratorio diseñado por él y a su metodología, la química se convirtió en una disciplina sujeta a la formulación y comprobación de hipótesis.

Sin embargo, en la actualidad, entender un sistema tal como lo concebía Lavoisier es insuficiente. Ahora es necesario considerar tanto la materia como la energía intercambiada para el estudio exacto de los sistemas. Cuando hablamos de un sistema cerrado debemos especificar si es cerrado sólo para la materia o si también lo es para el intercambio de energía. Nada de esto resta mérito a Lavoisier, ya que su definición de sistema cerrado funcionó en su tiempo.

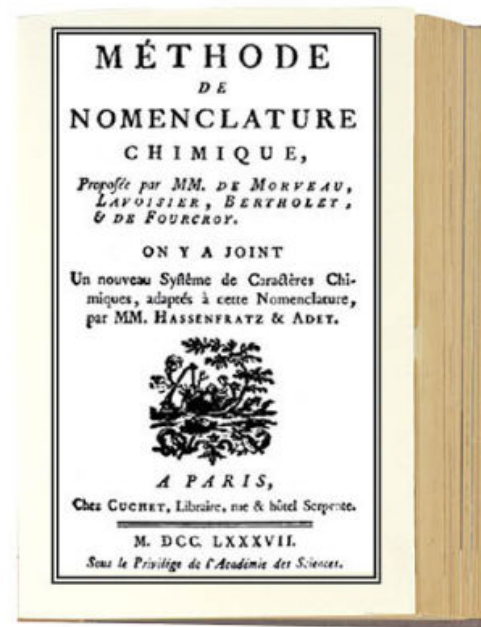


Figura 1.54 La obra *Método de la Nomenclatura Química* fue publicada en 1787 y en ella se reconocen 55 elementos.



#### En defensa de Lavoisier

Valorarás las limitaciones que impone el contexto cultural en el que se produce el conocimiento científico.

1. Lee el siguiente texto:

Francia se hallaba en medio de un torbellino. La Revolución, que había comenzado en 1789 con la toma de la Bastilla, crecía en violencia. El “reinado del terror” comenzó en 1792. Los extremistas descargaban su venganza sobre quienes habían participado en las injusticias cometidas durante la época de los reyes.

Estaba, por ejemplo, la *Ferme générale*, una corporación privada que se había ocupado de cobrar para el gobierno los impuestos sobre la sal, el tabaco y otras mercancías, pasando luego a aquel una suma fija. Cualquier excedente sobre esa cantidad se la embolsaba esa corporación. La mayoría de los recaudadores –no hace falta decirlo– exigían hasta el último céntimo y, como es natural, los campesinos, trabajadores y las clases medias los odiaban.

En noviembre de 1792 se dio la orden de arrestar a todos los antiguos miembros de la corporación. Uno de ellos era Antoine-Laurent Lavoisier, renombrado químico; no sólo había sido miembro, sino que se había casado con una hija del director de la corporación.



Cuando llegaron para arrestarlo, alegó que no estaba metido en política y que el dinero que había ganado con la recaudación de impuestos lo había destinado a costear sus experimentos científicos. "Soy un científico", exclamó (figura 1.55).

El oficial respondió rudamente: "La República no necesita científicos". (En lo cual se equivocaba, claro está. La República sí los necesitaba, y de hecho les ayudó, excepto cuando se incitaban las pasiones de las masas.)

El 2 de mayo de 1794 fue decapitado en la guillotina el mejor científico de Francia. De todas las muertes que hubo en la Revolución, quizá fuese ésta la más señalada.

A su lado, la ejecución de un rey apenas fue nada.

El conde Joseph Louis Lagrange, hombre universal nacido en Italia y muerto en Francia (matemático, astrónomo y físico), lamentaría después: "Bastó un momento para cercenar su cabeza, y cien años probablemente no serán suficientes para dar otra igual."

Diez semanas después de la ejecución fueron decapitados a su vez los extremistas y acabó el terror. Diez semanas demasiado tarde.

Extracto tomado de: Asimov, Isaac, *Momentos estelares de la ciencia*, España, Alianza Editorial, 1999, pp. 48 y 49.



Figura 1.55 Juicio de Antoine Laurent de Lavoisier.

2. Contesta las siguientes preguntas:

- ¿Piensas que Lavoisier habría alcanzado los mismos logros en la Edad Media? ¿Por qué?
- ¿Y si viviera en la época actual? ¿Por qué?
- ¿Cómo afecta el entorno social al desarrollo científico?
- ¿Consideras que las aportaciones de Lavoisier permitieron que la ciencia mejorara los mecanismos de investigación de los fenómenos?
- ¿Consideras que hay factores que limitan el conocimiento científico? ¿Cuáles?

3. Reúnete con un compañero y comenten por parejas sus respuestas. ◀

Como has podido darte cuenta, el desarrollo de la ciencia no se puede contar a partir de procesos exitosos para encontrar respuestas infalibles o soluciones permanentes a las preguntas sobre cómo funciona la naturaleza. Al contrario, la actitud científica está más relacionada con seguir haciendo preguntas aún cuando parece que ya todo está resuelto.

En algunos casos, el desarrollo de nuevos materiales o de nueva tecnología nos permite asomarnos con otro enfoque a la naturaleza y es ahí cuando encontramos que lo que hasta entonces habíamos creído, porque era lo que habíamos percibido con nuestros sentidos y con los instrumentos de medición y experimentación al alcance, deja de ser del todo cierto y hay que trabajar para enriquecer o ajustar algún conocimiento específico. Pero ¿cómo se relaciona una ciencia con las demás? Las áreas científicas relacionadas con un conocimiento que evoluciona, también deben cambiar... ¡La investigación científica es un trabajo que nunca se acabará!

### ¡Aplica!

#### Aplicarán la Ley de conservación de la masa.

La Ley de conservación de la masa, que deriva de los trabajos de Lavoisier, ha permitido explicar muchos fenómenos en la naturaleza, como la combustión.

- Observen el vaso con yeso que hicieron al inicio de la secuencia (Figura 1.56) y determinen si, en el proceso del fraguado, el agua se evapora o si forma parte del producto final (o una mezcla de ambas).
- Responde las siguientes preguntas:
  - ¿Qué tanta agua se evaporó?
  - ¿Qué crees que suceda con el fraguado en un sistema cerrado? Si lo consideras necesario, repite la primer actividad de esta secuencia didáctica, pero tapando el vaso o usando una botella con tapa.
- Describe el proceso de fraguado en términos de la masa de la pasta.
- En grupo:
  - Discutan cuál es la relevancia del uso de la medición en la ciencia y en particular la medición de la masa en la química.
  - Describan cómo usaron la Ley de conservación de la masa para descubrir lo que sucede con el agua en el fraguado del yeso. ◀



Figura 1.56 Realicen las mediciones necesarias para determinar si se cumple o no la Ley de conservación de la masa.

La teoría del flogisto fue duramente confrontada con la evidencia de los experimentos de Lavoisier, y esto originó la idea del oxígeno y los cambios que éste produce como una mejor explicación. Recordando tu curso de *Ciencias 2*, mientras Aristóteles decía que los objetos más pesados caían más rápido a la tierra, Galileo decía que sin importar el peso caían igual. ¿De qué manera puede decirse que el conocimiento es tentativo en este caso?

## Presentación

Con el fin de que seas capaz de integrar y aplicar lo que has visto a lo largo de cada bloque, deberás trabajar en la elaboración de un proyecto en cada bimestre. Seguramente no es algo nuevo para ti, pues en el curso de Ciencias 1 (con énfasis en Biología) y Ciencias 2 (con énfasis en Física) se trabaja de esta forma también. El fin es que tengas una manera diferente de aprendizaje más libre y que te dé autonomía como estudiante, haciéndote responsable de tu trabajo. En cada uno de los bloques desarrollarás diferentes habilidades al trabajar en los proyectos y en esta sección te diremos cuáles.

Al ser este tu primer proyecto del curso, pondremos énfasis en que lo desarrolles trabajando colaborativamente (figura 1.57) y con responsabilidad, que comiences con un uso adecuado de información que sea relevante para tu proyecto, que plantees premisas, supuestos y alternativas de solución a situaciones problemáticas, que apliques los aprendizajes para describir las características de los materiales usando las herramientas desarrolladas en el bloque. Tu proyecto debe partir de tus inquietudes e intereses, por lo que el tema por desarrollar y las preguntas que deberán responder deben ser contruidos entre ustedes, siempre recordando que deben integrar los temas vistos en el bloque. Ya que las habilidades por desarrollar en los bloques se irán integrando a lo largo del curso, a partir del segundo bloque te presentaremos una sugerencia que te permitirá hacerte tus propias preguntas para elegir el tema del proyecto.

Al igual que en el curso anterior, se te sugieren como opciones tres **tipos de proyectos: tecnológicos, científicos y ciudadanos**. En los proyectos tecnológicos puedes construir un producto técnico para atender alguna necesidad o evaluar un proceso, poniendo en práctica conocimientos, habilidades y actitudes desarrolladas en el bloque, que conduzca a la solución de problemas. En los proyectos científicos puedes desarrollar actividades relacionadas con el trabajo científico formal al describir, explicar y predecir, mediante investigaciones, fenómenos o procesos naturales que ocurren en tu entorno. Mientras que los proyectos ciudadanos te darán la oportunidad de proponer y llevar a la práctica soluciones a problemas que afectan tu entorno social.

### Síntesis del bloque

En el primer bloque de este curso has desarrollado algunas herramientas que te permiten identificar y describir las características de los materiales. Como primer paso lograste clasificar diferentes materiales con base en sus propiedades, como es su estado de agregación. Además identificaste las diferencias entre las propiedades intensivas y las extensivas. Como parte de las características



Figura 1.57 Es importante que puedan organizar reuniones de trabajo para definir las características de los proyectos en equipo que realizarán.

de los materiales, desarrollaste las técnicas necesarias para medir algunas de sus propiedades cuantitativas, como son: la masa, el volumen y la densidad, entre otras.

Como parte de la identificación de los materiales, experimentaste con mezclas y las clasificaste como homogéneas y heterogéneas. A partir del tipo de mezcla dedujiste los métodos de separación que te permitieron encontrar las sustancias puras que las formaban. Con ello desarrollaste el conocimiento necesario para saber cuándo existen riesgos para la salud al describir las cantidades de contaminantes en términos de la concentración.

Finalmente, realizaste las indagaciones necesarias para lograr comprender la importancia de las aportaciones de Lavoisier, al enunciar su ley de la conservación de la masa. Con este resultado se establecieron algunos requerimientos necesarios en la investigación de la química que usarás con mayor detalle más adelante.

### Algunas preguntas sobre las características de los materiales

A continuación te presentamos dos sugerencias de preguntas que podrían guiar tu proyecto. Puedes elegir una de ellas, modificarla o si lo prefieres y tienes la inquietud, desarrollar tu proyecto a partir de otras preguntas.

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

La sal común, con la que se suele condimentar muchos alimentos, ha sido por milenios de suma importancia en las diferentes comunidades alrededor del mundo. Su consumo es esencial para la vida animal en general, como en la regulación del contenido de agua en el cuerpo. El sodio, que forma parte de la sal, ayuda en la comunicación del sistema nervioso, pero el consumo en exceso puede tener efectos nocivos, como la presión arterial alta.

La sal para consumo humano es producida de diferentes formas y una de ellas es a partir de la evaporación de agua salada en lugares llamados salineras.

El sistema es, en realidad, la aplicación de un método de separación: la evaporación. Usando agua con altas concentraciones de sal, se aplica el método para obtener la sal que se separa del agua. Para procesar grandes cantidades, se usa el agua de mar como fuente principal; se deja el agua expuesta al sol, sobre grandes superficies horizontales de muy baja profundidad, se espera hasta que se evapore el agua y se recupera la sal para luego ser procesada y preparada para el consumo humano.

Gracias a la geografía de México, que cuenta con costas en dos océanos y en zona tropical, nuestro país es uno de los principales productores de sal en el plano mundial con grandes salineras en Baja California Sur y en la península de Yucatán (figura 1.58).



Figura 1.58 Lagunas de evaporación de agua de mar para la producción de sal en las salinas de Guerrero Negro, al norte de Baja California Sur.

### ¿Qué podemos hacer para recuperar y reutilizar el agua del ambiente?

El agua es una sustancia fundamental para la vida y son sus propiedades las que la hacen única. Cuando el agua se congela aumenta de volumen, algo muy poco usual, por lo que los lagos, ríos y océanos no se congelan del todo, pues la densidad menor del hielo lo hace flotar, dejando el fondo líquido (figura 1.59). Alrededor de 70% de la superficie terrestre está cubierta por agua y en ella habitan una inmensa cantidad de especies; desde organismos minúsculos hasta los mamíferos más grandes del planeta.

Aun cuando el agua es fundamental para la vida, no lo es cuando está completamente pura. El agua de mar es salada, pero incluso el agua de la lluvia tiene algo más que agua y eso se debe a que disuelve muchos compuestos sólidos, líquidos y gaseosos. Los organismos sacan provecho de esto y de los procesos químicos que resultan de sus propiedades (figura 1.60).

La propiedad del agua de poder disolver una gran cantidad de sustancias, como lo observaste haciendo algunos experimentos al disolver sal o azúcar en las actividades de todo el bloque, tiene beneficios pero también tiene sus contras. Así como el oxígeno disuelto en el agua da la posibilidad de la fauna acuática, los desechos del hogar —así como de las industrias— producen una contaminación en el agua que puede producir la muerte de organismos acuáticos y de quienes coman productos regados con esa agua.

El mejor proceso de purificación del agua es el ciclo natural que sigue gracias a la energía solar: el Sol evapora el agua (evaporación), forma nubes en el cielo (condensación) que viajan hasta las costas y se precipitan sobre la superficie terrestre formando ríos y arroyos que pueden ser aprovechados para el consumo humano. Sin embargo, el traslado del agua hasta los poblados debe hacerse bajo estrictas normas de higiene para evitar que se contamine mucho en el camino. Antes de llegar hasta los hogares de los consumidores, el agua debe ser purificada para que sea apta para el consumo humano (figura 1.61).

Los procesos de purificación de agua son costosos y en la mayoría de los casos ni siquiera se llevan a cabo del todo; por ejemplo, se permite que algunas fábricas desechen sustancias tóxicas en ríos mientras que algunas familias lavan en los ríos usando detergentes nocivos para la salud. Agregando las sequías, que en la mayoría de los casos son impredecibles, el desabasto de agua es un problema que nos seguirá afectando en el futuro si no hacemos algo al respecto (figura 1.62).



Figura 1.59 Las focas pueden desplazarse por la parte del agua que no se congela.



Figura 1.60 En el agua se encuentran muchos nutrientes disueltos que favorecen la vida de organismos de varios tamaños.



Figura 1.61 Planta de tratamiento para agua potable.

## Mi proyecto

Como primer paso en la elaboración del proyecto, les sugerimos que se organicen en equipos. Cada equipo desarrollará su propio proyecto. Por lo pronto te recomendamos que comiencen por establecer el tema de su proyecto, busquen que sea un tema de su interés. Si no se les ocurre qué hacer, les sugerimos que usen como guía las preguntas anteriores. Una vez hecho esto, piensen qué tipo de proyecto les gustaría hacer: ciudadano, científico o tecnológico.

Cada una de las decisiones que tomen tiene que estar basada en el respeto y colaboración en donde se manifieste una actitud participativa y responsable que permita trabajar en un buen ambiente de trabajo.

Si tienen dificultades en la toma de decisiones, den argumentos para defender sus posturas y sean abiertos a escuchar los argumentos de los demás. Si las diferencias persisten pueden votar o buscar algún otro método que les permita avanzar en su trabajo.

Una vez elegido el tema y el tipo de proyecto por desarrollar, les sugerimos que sigan las siguientes etapas en su proyecto: planeación, desarrollo, comunicación, evaluación y conclusión. Cada una de estas etapas dependerá de cada equipo y del proyecto elegido, sin embargo, les presentamos una guía general para que se organicen.

### ► Planeación

#### Elección de tema o pregunta

Escriban una pregunta que represente el tema que desarrollarán. Traten de que sea lo más concreta posible. Eso les permitirá planificar mejor las actividades que desarrollarán y verificar, al final, si se cumplió el objetivo.

Una manera de identificar si la pregunta está bien formulada es considerar los siguientes puntos:

*¿Qué quiero saber? ¿Para qué quiero saberlo? ¿De qué manera puedo averiguarlo?*

Por ejemplo, supongamos que no estoy seguro de si el agua de las diferentes fuentes cercanas a mi comunidad es apta para ser consumida sin riesgo por la población. Así, la pregunta pertinente podría ser:

*¿Puedo beber el agua de \_\_\_ sin correr riesgo de enfermarme? Lo siguiente es: ¿Cómo puedo saberlo? Aquí es importante identificar qué información es necesaria, dónde puedo conseguirla y a qué especialistas puedo recurrir.*

Puedo investigar qué tipo de contaminantes están presentes y en qué concentraciones son potencialmente dañinas y cómo se determinan. Algunas preguntas adicionales son: *¿Puedo realizar este análisis yo mismo o debo recurrir a algún experto? ¿Es costoso hacer estas determinaciones? ¿Basta con hacer un sólo examen para determinar la potabilidad del agua? ¿Cada cuánto tiempo debo repetir el examen para asegurarme de que ésta sigue siendo potable?*



Figura 1.62 Las sequías y la contaminación complican el abasto de agua.

### Organización de actividades

1. *¿Qué tipo de proyecto es?* Dependiendo del tipo de proyecto, las actividades serán diferentes; por ejemplo, si se trata de un proyecto tecnológico deberán planificar la construcción del dispositivo y justificar su relevancia.
2. *¿Qué necesitas saber para responder la pregunta?* Escriban la información, experimentos o pruebas necesarias para lograr el objetivo de responder la pregunta.
3. *¿Cuál es la fuente de información?* Para la información que necesiten (del punto anterior) piensen cuál es la fuente adecuada. Puede ser de tipo **documental**, para lo que pueden usar libros, revistas, internet, etcétera o **experimental**, para lo que necesitarán diseñar experimentos adecuados. Además, puede tratarse de información que se obtenga a partir de encuestas o entrevistas a una población o persona en particular.
4. Escriban el tipo de información que usarán y cuál es la fuente adecuada.
5. *¿Qué y cuándo lo harán?* Hagan una lista de todas las actividades que necesiten realizar y usen un calendario para hacer un programa de trabajo y un cronograma. Sugerimos que elijan a un responsable de cada etapa que coordine el trabajo. Completen la tabla 1.18:

Actividad	Responsable	Fecha de entrega

### ► Desarrollo

#### Análisis de información

Una vez terminadas las actividades háganse la pregunta *¿Se puede responder la pregunta inicial con lo obtenido en las actividades?* Están a tiempo para corregir, así que si consideran que les hace falta más información, nuevos experimentos u otra cosa, tal vez puedan hacerlo todavía. Si consideran que no hay tiempo o que las actividades necesarias escapan de sus posibilidades, deberán reportarlo como parte de los resultados con la justificación correspondiente.

#### Resultados

Organicen los resultados de las actividades de tal forma que den respuesta a la pregunta inicial de forma congruente y constructiva. Si encontraron más de lo que buscaban piensen en qué pregunta están respondiendo y organicen sus resultados según su nueva pregunta (figura 1.63).

Hagan una síntesis, presentando un resumen de todo lo que hicieron y con los resultados más importantes, luego escriban un relato del desarrollo completo.

#### Desarrollar las actividades según el cronograma

Con la supervisión de su profesor, lleven a cabo cada una de las actividades planteadas en el cronograma. Es posible que se den cuenta que faltaban o sobraban actividades, así que, si está justificado, hagan los ajustes pertinentes.



Figura 1.63 Pueden escribir los resultados cada uno en una hoja de papel y en seguida clasificarlos para aceptar o rechazar contenidos, y después organizar lo que vaya directamente a contestar la pregunta del proyecto.

Si necesitan buscar información consulten libros de su biblioteca escolar, enciclopedias y revistas y seleccionen lo más útil. Si hacen búsquedas por internet recuerden validar la información al verificar la fuente; los sitios de universidades y gubernamentales son confiables, por lo que les sugerimos hacer uso de ellos. Si es necesario, pueden tomar fotografías, videos o hacer entrevistas y para ello planifiquen bien qué grabar o qué preguntas hacer.

Para el diseño de experimentos o la fabricación de algún dispositivo, planifiquen con tiempo qué material usarán y organicéense para llevarlo a la escuela.

### ► Comunicación

#### Elección de método de comunicación:

Reporte, exposición al grupo, artículo en periódico mural, etcétera.

Por tratarse del primer proyecto del curso, les recomendamos presentar sus resultados en una exposición al grupo, para lo que tendrán que preparar lo que consideren necesario: láminas, una demostración o una presentación en la computadora, conviene pensar en una forma de comunicarles a sus compañeros los puntos más relevantes de su investigación y los resultados que obtuvieron (figura 1.64).



Figura 1.64 Pueden apoyarse del pizarrón y del rotafolios para hacer exposiciones el ante grupo.

### ► Evaluación

*Parte fundamental del aprendizaje es la evaluación.* Por un lado, puedes ver si has logrado responder la pregunta inicial, sin embargo, la evaluación va más allá. Es igual de importante que sepas si has trabajado favorablemente; es decir, si fuiste activo, colaborativo, participativo, creativo, además de haber logrado integrar y aplicar los conceptos desarrollados a lo largo del bloque. Para ello te sugerimos que respondas en tu cuaderno el siguiente cuestionario.

1. En el desarrollo del proyecto, ¿qué conceptos del bloque aplicaste?
2. ¿Estás satisfecho con el desarrollo del proyecto? ¿Por qué?
3. ¿Respondiste la pregunta inicial?
4. ¿Qué crees que podrías mejorar?
5. Analiza tu participación en cada etapa del proyecto y completa la tabla 1.19.

Etapa	¿Cómo evalúas tu participación?	¿Cómo puedes mejorar?
Elección del tema		
Planeación		
Desarrollo		
Comunicación		

### ► Conclusión

Analicen las respuestas a las preguntas de la evaluación y escriban sus conclusiones. Comenten en el equipo y con su maestro la información relevante y las conclusiones. Para terminar, respondan en su bitácora: ¿Qué argumentos tienen sobre las implicaciones sociales de sus resultados? ¿Qué fue lo más importante de este proyecto? ¿De qué les sirve haberlo realizado? ¿Cómo consideran más conveniente dar a conocer sus resultados? ¿Por qué?

## Autoevaluación

Marca con una \* la opción que demuestre tus alcances correspondientes a los aprendizajes esperados, y responde la pregunta.

Aprendizaje esperado	¿Logré el aprendizaje?		¿Cómo puedo mejorar?
	Sí	No	
Identifico las aportaciones del conocimiento químico y tecnológico, y analizo su influencia en los medios de comunicación.			
Clasifico materiales de acuerdo con su estado de agregación e identifico su relación con las condiciones físicas del medio.			
Identifico las propiedades extensivas e intensivas de algunos materiales y explico la importancia de los instrumentos de medición y observación.			
Clasifico las mezclas, identifico la variación de su concentración y deduzco algunos métodos para separarlas.			
Identifico la concentración de una mezcla en unidades de porcentaje o en partes por millón, sus contaminantes y los efectos en la salud y el ambiente.			
Argumento la importancia del trabajo de Lavoisier y las limitaciones del contexto cultural en el cual se desarrolla.			

Responde en tu cuaderno la siguiente pregunta: ¿Cómo puedo mejorar mi desempeño?

## Coevaluación

La siguiente tabla es para evaluar a tus compañeros de equipo. Para cada uno, usa una hoja en la que escribas su nombre y respondas sí o no a los indicadores propuestos. Anota qué le sugieres para mejorar. Es muy importante que seas objetivo, pues tus comentarios deben servir para que tus compañeros mejoren su desempeño.

Nombre de mi compañero \_\_\_\_\_

Indicador	Sí	No	Tú le recomendas...
Escuchó con respeto y tolerancia las opiniones y sugerencias de los demás.			
Participó en la construcción de soluciones para organizar el trabajo de equipo.			
Cumplió oportunamente con las tareas y responsabilidades que le correspondieron.			
Participó en la solución no violenta de conflictos.			
Reconoció a la ciencia y tecnología como una construcción colectiva.			
Participó en un consumo responsable.			
Consideró en las actividades experimentales el manejo adecuado de residuos para el cuidado del ambiente.			

## Evaluación TIPO PISA

Lee y responde.

Tanto en el agua de mar como en el agua de ríos y lagos, existe una gran diversidad de peces, sin embargo, son pocos los que pueden adaptarse a pasar de una a la otra. Si un pez de agua dulce es colocado en agua de mar, seguramente morirá; lo mismo ocurre si un pez de agua salada es colocado en agua dulce. Por lo anterior, si se desea tener en acuarios algunas variedades de peces, es imprescindible mantener el agua con las características adecuadas.

**Pregunta 1.** Hay dos peceras listas para recibir a un pez payaso y una piraña (figura 1.65). Las pirañas viven en las aguas del Amazonas, mientras que el pez payaso habita en arrecifes de coral en Asia. ¿Cómo podrías saber qué pecera corresponde a cada pez?



Figura 1.65 La concentración de sal en el agua puede determinar la sobrevivencia o no de cada especie de pez.

- Averiguar la cantidad de algas en cada pecera.
- Determinar cuál de las peceras se encuentra más limpia.
- Comparar algunas propiedades intensivas del agua, como su densidad.
- Comparar las propiedades extensivas del agua, como la masa y el volumen.

**Pregunta 2.** Tomando las medidas de masa y volumen de la muestra de agua de mar y la de agua de río que se presentan a continuación, se puede afirmar que:

- No podemos decir nada de las propiedades intensivas del agua, pues sólo tenemos las medidas de las propiedades extensivas.
- Las propiedades intensivas serán diferentes, pues las extensivas son distintas entre las dos muestras.
- Sin importar que las propiedades extensivas sean diferentes, las intensivas serán iguales ya que en los dos vasos hay agua.



Figura 1.66 Muestras de agua de cada pecera.

d) Esta información permite afirmar: hay una propiedad intensiva diferente en las muestras.

**Pregunta 3.** El dueño de los peces payaso y piraña tomó una muestra de 100 ml de cada pecera y agregó la misma cantidad de sal en cada muestra (figura 1.66). En una de ellas la sal ya no se disolvía. ¿Por qué pasó esto?

- Seguramente no mezcló el tiempo suficiente.
- Porque esa muestra tenía inicialmente una mayor concentración de sal que la otra y se saturó antes.
- Porque alcanzó la concentración adecuada para el pez payaso; ya puede meterlo a esa pecera.
- Porque no había la concentración adecuada en la muestra que se saturó. El pez payaso debería ir en la otra pecera.

**Pregunta 4.** El Mar Muerto (figura 1.67) tiene una concentración de sal mucho mayor que en otros mares y océanos, por eso no hay peces ahí. ¿Cómo explicarías la alta concentración de sal en él?

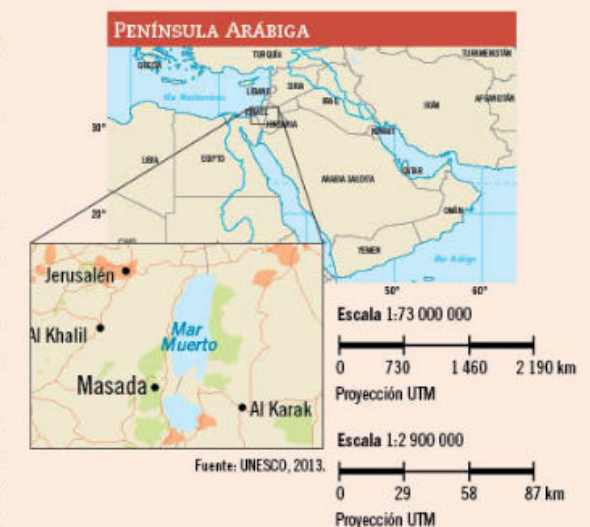
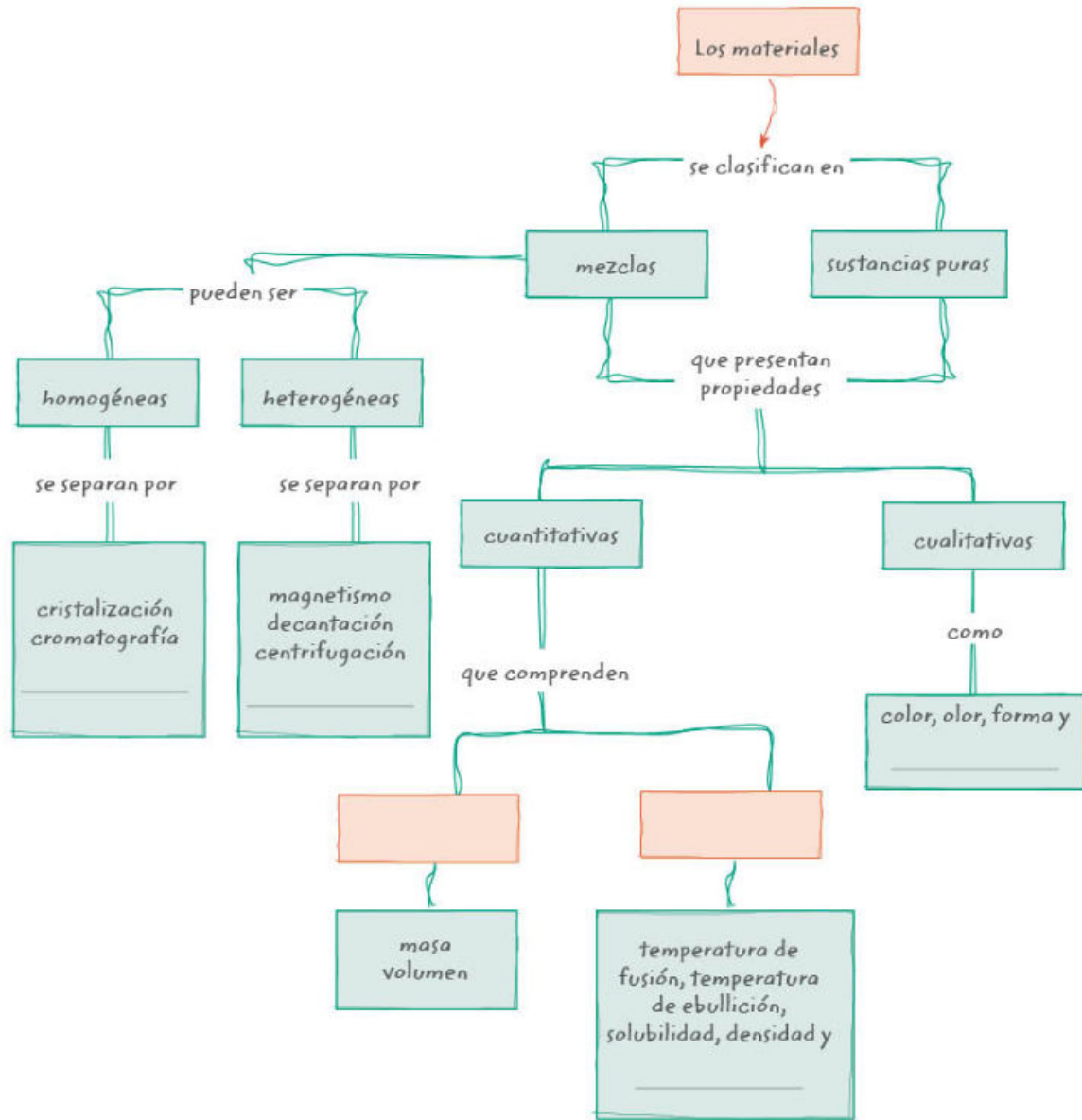


Figura 1.67 Ubicación del Mar Muerto.

## Las características de los materiales



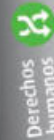
1. Completa el mapa con las opciones: propiedades extensivas, propiedades intensivas, filtración, destilación, viscosidad y estado de agregación.
2. Encierra en un círculo las propiedades que medirías usando un instrumento de medición.
3. Agrega una rama con el tema de tu proyecto.

# MÁS CLARO NI EL AGUA

¿DE DÓNDE VIENE EL AGUA QUE USAMOS DIARIAMENTE?

¿CUÁNTA AGUA CONSUMIMOS?

¿QUÉ PODEMOS HACER PARA AHORRARLA?



Derechos humanos

Nuestro país cuenta aproximadamente con 465 mil millones de metros cúbicos de agua en lagos, ríos y mantos acuíferos. Sin embargo, se distribuye de manera desigual en el territorio: las zonas norte, centro y noroeste, donde se concentra 77% de la población, cuentan sólo con 31% del agua dulce, mientras que las zonas sur y sureste, donde vive 23% de la población, poseen 69 por ciento<sup>1</sup>.

La Ciudad de México, una de las más pobladas del mundo, fue fundada sobre el lecho de un lago rodeado de montañas. La urbanización, desde la época de la Colonia, ocasionó que sólo permanecieran algunos lagos hasta nuestros días. El mejor ejemplo es Xochimilco, cuya zona lacustre está ya muy reducida.



Sustentabilidad

Los manantiales y los mantos acuíferos subterráneos se han sobreexplotado para abastecer de agua a los habitantes de la zona metropolitana. A diario se transporta a la ciudad desde las cuencas del río Lerma y el Cutzamala a un alto costo y, a pesar de ello, en ocasiones no basta para todos los habitantes.

El agua que llega a nuestros hogares es potable porque se somete a un proceso de purificación y desinfección. Pero los problemas relacionados con el uso del agua no comprenden sólo la distribución y el abastecimiento; también debe considerarse la disposición final del agua una vez que se ha utilizado.

En la década de 1970 se construyó el drenaje profundo, un sistema de enormes tuberías situadas a una profundidad de hasta 220 metros, destinadas al desalojo de las aguas negras de la ciudad. Con el hundimiento de la ciudad, provocado por los terrenos lacustres sobre los cuales se construyó, el drenaje profundo ha perdido la pendiente con la que fue diseñado y ahora las aguas residuales deben ser bombeadas (figura 1.68). Reflexiona: ¿Cómo puedes contribuir al uso racional del agua? Si usas agua tratada puedes ahorrar agua potable. ¿Qué contaminantes puede tener el agua tratada?, ¿para qué la usarías?

<sup>1</sup>Tomado de <http://hidropluviales.com/agua-de-lluvia/> (consulta: 23 de enero de 2017).



Figura 1.68 Al igual que el Gran Canal de Desagüe, el Emisor del Poniente requiere de la ayuda de una estación de bombeo para desalojar las aguas negras.

# B2 Las propiedades de los materiales y su clasificación química

Ha transcurrido el estudio del primer bloque y tienes una idea sobre cómo la sociedad, los medios de comunicación y la opinión de las personas influyen en la percepción de la ciencia y sus efectos, en particular de la química. Al igual que en tus otros cursos, has aprendido que para conocer la naturaleza hacemos clasificaciones, como es el caso de las mezclas, y hemos separado éstas para mejorar la pureza y la calidad de los materiales que nos rodean. En este bloque profundizarás en la identificación de los materiales que están a nuestro alrededor todos los días, al caracterizarlos en elementos y compuestos; identificarás algunas explicaciones que se han dado para describir los cambios en los materiales, en especial el uso de átomos, y aprovecharás el conocimiento químico para tomar decisiones informadas sobre el consumo de bienes.



## Competencias que se favorecen

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

## Aprendizajes esperados

- 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.
- 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).
- Identifica algunas propiedades físicas 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.
- Identifica el análisis y la sistematización de resultados como características del trabajo científico realizado por Cannizzaro, al establecer la distinción entre masa molecular y masa atómica.
- Identifica la importancia de la organización y sistematización de elementos con base en su masa atómica, en la tabla periódica de Mendeleiev, que lo llevó a la predicción de algunos elementos aún desconocidos.
- Argumenta la importancia y los mecanismos de la comunicación de ideas y productos de la ciencia como una forma de socializar el conocimiento.
- 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.
- 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).
- 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.

## Temas transversales

- Educación del consumidor
- Educación para la salud
- Educación ambiental para la sustentabilidad

## Contenido

### Tema 1. Clasificación de los materiales

- Mezclas y sustancias puras: compuestos y elementos.

### Tema 2. Estructura de los materiales

- Modelo atómico de Bohr.
- Enlace químico.

### Tema 3. ¿Cuál es la importancia de rechazar, reducir, reusar y reciclar los metales?

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

### Tema 4. Segunda revolución de la química

- El orden en la diversidad de las sustancias: aportaciones del trabajo de Cannizzaro y Mendeleiev.

### Tema 5. Tabla periódica: organización y regularidades de los elementos químicos

- 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.

### Tema 6. Enlace químico

- Modelos de enlace: covalente e iónico.
- Relación entre las propiedades de las sustancias con el modelo de enlace: covalente e iónico.

### Proyecto: Ahora tú explora, experimenta y actúa. Integración y aplicación

- ¿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?



## Clasificación de los materiales

¿Alguna vez te has preguntado de qué están hechas las cosas? ¿Qué es el agua, el Sol? ¿De qué están hechos tus alimentos favoritos? Estas preguntas también han sido planteadas en otro momento por personas de diversas culturas.

Aristóteles (figura 2.1) suponía que la materia estaba constituida por cuatro "elementos": agua, fuego, aire y tierra, y que las cualidades de cada uno de ellos (el agua es fría y húmeda; el fuego, caliente y seco, etc.), se combinaban en diferentes proporciones para dar lugar a la diversidad de materiales, y los clasificó de acuerdo con cómo creía que se combinaban las propiedades de esos elementos (figura 2.2). Además, afirmaba que la materia era una sustancia continua, lo que significa que la materia podía dividirse cuantas veces se quisiera sin perder sus propiedades. Por ejemplo, creía que si se dividía el agua contenida en un vaso en dos y se continuaba dividiendo hasta obtener gotitas invisibles de tan pequeñas, y aun más pequeñas, microscópicas, seguiría siendo agua.

¿Podemos continuar este proceso indefinidamente? ¿Podemos dividir o descomponer el agua o el aire para obtener otros materiales a partir de ellos? ¿Cómo definimos actualmente la idea de elemento químico? Al finalizar esta secuencia, serás capaz de responder estas preguntas.

### La clasificación de los materiales según la química moderna

En tu curso de *Ciencias 1, Biología*, aprendiste que es imprescindible clasificar a los seres vivos para saber a cuál, de entre los millones de especies que hay, nos referimos. Asimismo, existen millones de materiales distintos, cuya clasificación también es necesaria. Algunos criterios comunes de **clasificación de los materiales** se relacionan, como lo hemos visto en el Bloque 1, con sus propiedades físicas: estado de agregación, color, brillo y dureza; otra forma de clasificarlos es en materiales naturales y sintéticos. A continuación revisaremos otra manera de clasificar los materiales.

### Mezclas y sustancias puras: compuestos y elementos

Llamamos **mezcla** a un material si es posible separarlo en otros más sencillos por medio de procesos físicos. Cuando el material no se puede separar, lo llamamos **sustancia**. En la naturaleza es muy difícil encontrar sustancias puras, casi todo se encuentra en forma de mezcla. Por ejemplo, el aire, el agua de los mares y de los lagos suelen tener disueltas una gran cantidad de sustancias.

En ocasiones la clasificación de un material dependerá de la manera en la que definamos sus límites. Por ejemplo, la Tierra es una gran mezcla heterogénea de aire, agua, tierra, minerales y seres vivos. Si pensamos sólo en el aire, tenemos una mezcla homogénea de gases, pero si incluimos a las nubes presentes en la atmósfera, tenemos una mezcla heterogénea. Si nos enfocamos en uno de los componentes del aire, por ejemplo, el oxígeno, tenemos una sustancia.

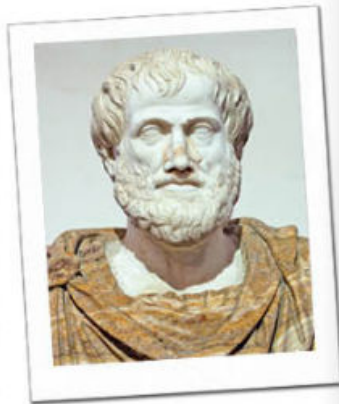


Figura 2.1 Aristóteles rechazó la existencia de los átomos y, debido a su prestigio, sus ideas prevalecieron por más de dos mil años.



Figura 2.2 Aristóteles (384 a.n.e.-321 a.n.e.) basó su modelo de la materia en cuatro "elementos".

**Recuerda que...**  
Podemos clasificar las mezclas en homogéneas o heterogéneas, dependiendo de si podemos o no identificar los diferentes componentes a simple vista.



### Clasifica productos comerciales en mezclas o sustancias

Clasificarán en mezclas o sustancias algunos productos utilizados en su hogar.

#### Material

Listas de ingredientes (pueden ser etiquetas) de cinco diferentes productos comerciales que utilicen en sus hogares.

- Revisen cada una de las etiquetas y respondan:
  - ¿En cuáles productos hay más de un ingrediente?
  - ¿Consideran que esos productos son sustancias o mezclas? Expliquen el criterio que emplearon para clasificarlos.
  - ¿En cuáles productos hay sólo un ingrediente?
  - ¿Consideran que estos productos son sustancias o mezclas? Expliquen el criterio que emplearon para clasificarlos.
- Compartan sus resultados con otros equipos. ◀



Consumo

Los materiales que utilizamos de manera cotidiana para procurarnos higiene, vestido y alimento también contienen muchas sustancias, como lo indica la lista de ingredientes que, por ley, deben incluir los fabricantes en las etiquetas. Por lo tanto, no es necesario que llevemos a cabo la separación física de las sustancias de uno de esos productos, sabemos que es una mezcla, porque lo indica su etiqueta, al igual que la cantidad de cada componente (al prepararlo, se midieron y mezclaron dichos ingredientes).

Aunque casi todo lo que nos rodea es una mezcla, podemos considerar que algunos productos están formados por una sola sustancia. Particularmente, algunos productos utilizados en laboratorios o en la industria se jactan de ser de alta pureza, es decir, tienen muy pequeñas cantidades de otras sustancias (figura 2.3). En estos productos se informa la pureza de los mismos, la cual puede ser muy alta (hasta 99.99995% en masa), sin embargo, nadie puede asegurar que vende un producto 100% puro, ya que los componentes del aire, la humedad y algunos microorganismos siempre pueden estar presentes.



Salud

El grado de pureza es muy importante en la industria química, ya que pequeñas cantidades de algunas sustancias pueden ocasionar efectos no deseados en nuestro organismo, ya sea en la preparación de alimentos o de medicamentos (figura 2.4). Incluso en materiales para la construcción, el vestido y muchos otros artículos, se debe cuidar el grado de pureza para que sean productos de buena calidad.

En 2012 la contaminación de un medicamento para tratar el dolor de espalda causó la muerte de al menos 205 personas, porque contenía esporas de un hongo dañino. El obtener sustancias lo más puras posible es una labor cotidiana de la química analítica. Ésta es una rama de la química que se encarga de determinar la **composición y pureza** de muestras de materiales, en ella se utilizan procesos químicos y equipos muy sofisticados y costosos.



Figura 2.3 El alcohol que utilizamos en casa para desinfectar tiene una pureza de 96% (4% restante es agua). Un litro de alcohol 99.8%, que se utiliza en laboratorios químicos, es mucho más costoso si es puro.



Figura 2.4 En la fabricación de medicamentos es de vital importancia tomar en cuenta el grado de pureza de las materias primas que se usan.



Algunos métodos analíticos determinan la presencia de sustancias hasta 10<sup>-12</sup>%. Los análisis que se le hacen al agua que se distribuye a través de las redes municipales permiten saber si tiene la calidad necesaria para ser usada en nuestras casas.

Recuerda los datos de calidad del agua que vimos en el Bloque 1 (NOM-127-SSA1-1994); si tuvieras que decir cuál es el contenido máximo de plomo permisible en porcentaje masa, ¿convendría que usaras **notación científica**? ¿Qué valor sería? ¿Cuánto sería en el caso del mercurio?



### La pureza de algunas sustancias

Analizarán la pureza de sustancias de uso común en nuestros hogares.

#### Procedimiento

- Revisen la lista de ingredientes de las etiquetas que se muestran en la figura 2.5 y contesten:
  - ¿La sal que utilizamos para sazonar los alimentos es en realidad “sal pura”?
  - ¿Se trata de una sustancia o de una mezcla?, ¿por qué?
  - ¿El cloruro de sodio 100% puro sería un compuesto o un elemento? Explica.
- Analicen la lista de ingredientes de la botella de “agua purificada” que se muestra y respondan:
  - ¿Qué contiene el “agua comercial” además de agua?
  - ¿Qué significa “agua purificada”?
  - ¿El agua 100% pura sería un compuesto o un elemento? Expliquen.
- Con la información contenida en la bolsa de azúcar refinada, contesten:
  - ¿Se trata de una sustancia o de una mezcla? ¿Qué criterio emplearon para clasificarla así?
  - ¿Por qué consideran que es más costosa que el azúcar “no refinada”?
  - ¿Creen posible que la información en una lista de ingredientes sea inexacta? Expliquen.

#### Resultados y conclusiones

Entre todo el grupo escriban una conclusión en el pizarrón. ◀



Figura 2.5 Los productos que utilizamos o consumimos deben incluir en una etiqueta los ingredientes que contienen.

#### Recuerda que...

En el bloque 5 de tu curso de Matemáticas 1 viste la notación científica, que es una forma de representar cifras con varios ceros (a la izquierda o a la derecha de la unidad) y facilitar su manejo.

Es común que a la sal de mesa se le agregue dióxido de silicio (SiO<sub>2</sub>) para evitar que absorba agua del ambiente y se apelmace. Además, desde el año 1924 se le agrega yodato a la sal comercial, para cubrir la deficiencia de yodo en nuestras dietas y así evitar enfermedades como el **bocio**.

### Sustancias puras: compuestos y elementos

Algunas sustancias pueden ser separadas en otras sustancias más sencillas por medio de reacciones químicas, a estas sustancias que pueden ser separadas les llamamos **compuestos**. A las sustancias que no pueden ser separadas en otras más sencillas se les denomina **elementos**.



### La electrólisis del agua

Experimentarán la separación de los componentes del agua por medio de **electrólisis**.

#### Material

Vaso de vidrio o plástico transparente de 500 ml, dos jeringas de 20 ml sin aguja, plastilina, una pila de 9 v, 10 cm de alambre de cobre calibre 20 y una cucharada de sal (para favorecer el paso de la corriente eléctrica).

#### Procedimiento

- Investiguen cómo identificar al hidrógeno y al oxígeno.
- Armen todo según la figura 2.6 que tienen como referencia.
- Una vez que tengan armado el equipo, agreguen una cucharada de sal al agua.
- Observen lo que ocurre en cada una de las jeringas, hasta que ambas se llenen.
- Identifiquen qué gas hay en cada jeringa.

#### Resultados y conclusiones

- ¿Cuál es el gas acumulado en el cable conectado al cátodo? ¿Cuál al ánodo? Justifiquen su respuesta.
- En forma grupal concluyan: ¿cómo pueden usar los resultados de su experimento para explicar que el agua es un compuesto? ◀

En la actividad anterior notaste que cada una de las jeringas se llenó con dos gases diferentes. Esto es porque de cada dos moléculas de agua (2H<sub>2</sub>O) se obtienen dos moléculas de hidrógeno (H<sub>2</sub>) y una de oxígeno (O<sub>2</sub>). El agua se separó en los elementos que la componen: oxígeno e hidrógeno. No es posible obtener sustancias más simples que éstas. Por esto, tanto el hidrógeno como el oxígeno se clasifican como elementos.

#### GLOSARIO

**Bocio.** Crecimiento anormal de la glándula tiroides que puede alterar su funcionamiento.

#### GLOSARIO

**Electrólisis.** Proceso químico que utiliza la corriente eléctrica para separar los componentes de algunas sustancias.

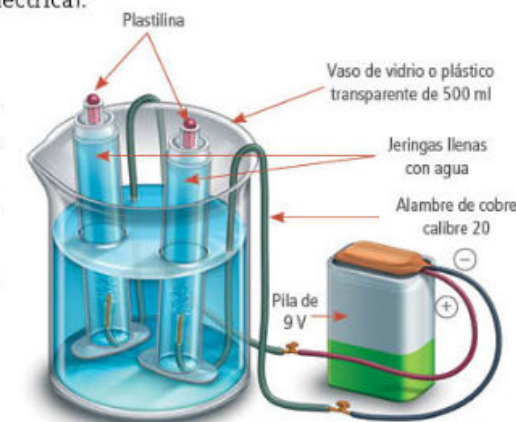


Figura 2.6 Dispositivo para electrólisis.

La idea moderna de "elemento" no es muy distinta de la de Aristóteles, en el sentido de que se trata de sustancias que no pueden separarse en otras porque son sustancias sencillas. La diferencia es que ahora en vez de dar por hecho que algo es un elemento, lo ponemos a prueba, ya que conocemos muchos procesos físicos y químicos para hacerlo. Es común usar el término sustancia elemental en vez de "elemento", ya que elemento no sólo se refiere a una sustancia, sino también a determinado tipo de átomo que puede estar presente en un compuesto. Sin embargo, en todo el libro seguiremos empleando el término "elemento" para referirnos a estas sustancias.

El mapa conceptual nos puede ayudar a entender esta manera de clasificar a la materia (figura 2.7).

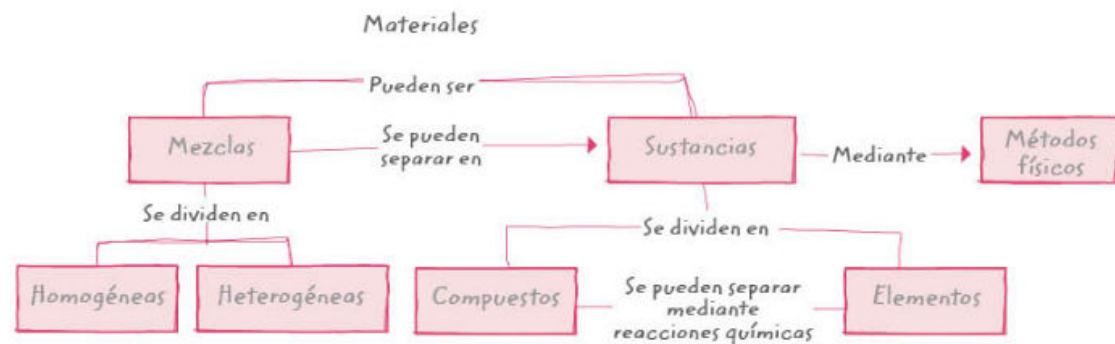


Figura 2.7 Mapa conceptual sobre la clasificación de la materia.

Ahora, con base en sus propiedades macroscópicas podemos clasificar a la materia en mezclas y sustancias, y a las sustancias en compuestos y elementos. Pero, ¿por qué se comporta así cada uno de estos materiales? La teoría atómica y los modelos de enlace nos ayudarán a entenderlo. Tenemos a nuestro alcance, en este momento, una primera aproximación de lo que es el modelo corpuscular de la materia, el cual conociste en tu curso de *Ciencias 2* con el nombre de **modelo cinético de partículas**.

### El modelo corpuscular de la materia

Al estudiar los modelos, en cursos anteriores de ciencias, viste que por medio de ellos buscamos explicar y predecir los fenómenos, pero estos modelos a menudo se ven limitados en su capacidad de explicación, por lo que generamos nuevos, sea porque aparecen nuevos fenómenos, o bien, porque los vemos de otra manera.

Una alternativa al modelo continuo de la materia que proponía Aristóteles es el modelo corpuscular, primero planteado por Leucipo de Mileto (siglo v a.n.e.) y su discípulo Demócrito de Abdera (460 a.n.e.-370 a.n.e.) con base en la idea de átomos, y después reformulado por Newton (1643-1727), que a su vez se basó en los trabajos de los mecanicistas del siglo xvii. Por ejemplo, Robert Hooke (1635-1703) imaginó que los cristales estaban formados por balas de cañón muy pequeñas y apiladas formando prismas regulares. La idea de las esferas muy pequeñas o

"corpúsculos" fue retomada posteriormente por Dalton (1766-1844), es conocida como **modelo corpuscular** de la materia y fue desarrollada a lo largo del tiempo por físicos y químicos. Ya has visto algo de esto en tu curso de *Ciencias 2* y este modelo funciona para comprender los procesos químicos a partir de la estructura de la materia.

El esquema representa el agua y los productos de su electrólisis; en él podemos apreciar la diferencia entre líquidos y gases (figura 2.8), pero si queremos ver la diferencia entre compuestos y elementos necesitamos un modelo con más detalles, por ejemplo, que muestre las moléculas y los átomos de los que están formadas. Revisa nuevamente los resultados que obtuviste en la actividad de electrólisis.

En el curso de *Ciencias 1* viste que una manera de representar al agua es mediante su fórmula química:  $H_2O$ . Ahora, utilizando el modelo corpuscular podemos explicar que se representa así porque una molécula de agua está formada por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno (figura 2.9). El número de átomos se pone como subíndice después del símbolo de cada elemento; en caso de ser sólo un átomo, el subíndice se omite. El hidrógeno y el oxígeno están formados por moléculas constituidas por dos átomos iguales y sus fórmulas son  $H_2$  y  $O_2$  respectivamente. Durante la electrólisis ocurre un proceso químico que separa a los átomos de hidrógeno de los de oxígeno. Esta separación no es posible con métodos físicos como la evaporación o la filtración.

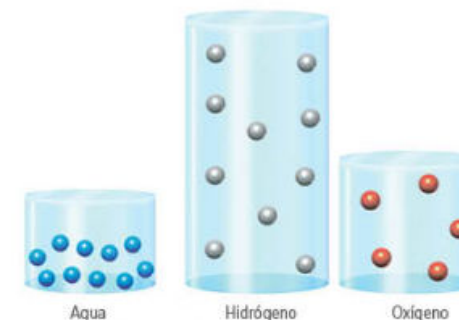


Figura 2.8 Representación de agua (líquida), hidrógeno (gaseoso) y oxígeno (gaseoso) en la que cada corpúsculo de la sustancia se muestra como una esfera.

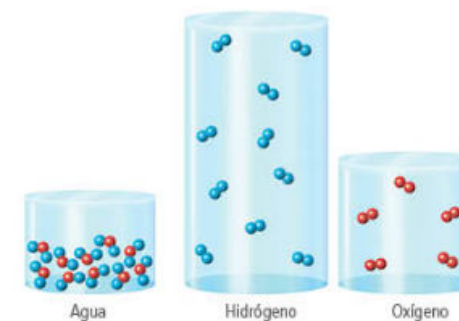


Figura 2.9 Agua (líquida), hidrógeno (gaseoso) y oxígeno (gaseoso) con un modelo corpuscular que representa como esferas a los átomos y cada corpúsculo de una sustancia se representa como grupos de átomos. En el primer caso, el agua,  $H_2O$ , está formada por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno.



### Representaciones con el modelo corpuscular

Utilizarán el modelo corpuscular para representar diferentes materiales.

- Tomando como referencia los modelos corpusculares que han visto, construyan el modelo del aire.
  - Consideren la composición principal del aire [79% de  $N_2$  y 21% de  $O_2$ ] y utilicen colores diferentes para representar las moléculas de nitrógeno y oxígeno.
  - Con base en su modelo, expliquen por qué el aire es una mezcla homogénea (tengan en cuenta que la distribución de las partículas también debe ser homogénea).
- Los cables que utilizamos en las instalaciones eléctricas están hechos de cobre, que es un elemento y, también, un metal.
  - Utilizando la teoría corpuscular, representen un bloque de cobre. Al hacerlo, recuerden que los sólidos tienen forma propia, independiente del recipiente en el que se encuentren.
  - Representen una mezcla heterogénea formada por un bloque de cobre sumergido en agua.
- Compartan sus representaciones con otros equipos.

#### TE RECOMENDAMOS...

el siguiente objeto de aprendizaje que te permitirá recordar y profundizar en el modelo corpuscular de la materia en: <http://edutics.mx/jec> (consulta: 23 de enero de 2017).

El modelo corpuscular nos ayuda a hacernos una idea de cómo es la materia a nivel submicroscópico (en donde ningún microscopio nos puede ayudar a ver) y poder explicar algunas de sus propiedades. Como lo hemos mencionado, hablar de corpúsculos es hablar de pequeñas partículas. Sin embargo, dependiendo de la sustancia que describamos, estas partículas pueden ser átomos o moléculas.

### Limitaciones del modelo corpuscular

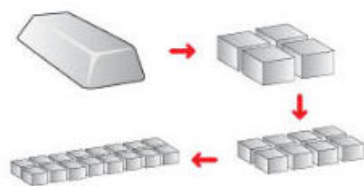
Este modelo tiene algunas limitaciones, por ejemplo, no explica por qué en los gases las partículas están "seltas", mientras que en los líquidos hay atracciones débiles y en los sólidos atracciones fuertes. Para entender lo anterior es necesario estudiar otro modelo: el modelo atómico, el cual revisaremos en la secuencia 7 y que nos permite explicar qué mantiene unidos los átomos para formar moléculas.

Aristóteles creía en un modelo continuo de la materia (figura 2.10), es decir, que la materia podía dividirse indefinidamente. Este modelo es insuficiente para explicar fenómenos como la electrólisis del agua, pues si ésta fuera un elemento, no debería separarse. En el caso del aire, no fue sino hasta mediados del siglo XVIII cuando empezó a entenderse su comportamiento y a reconocerse que estaba formado por varios gases. Los estudios aclararon su composición y las propiedades químicas de algunos de sus principales componentes: nitrógeno, oxígeno, dióxido de carbono y vapor de agua, cuya presencia es más o menos obvia, considerando que el agua continuamente se evapora y se condensa en la atmósfera.

La comprobación de la presencia de otros gases requirió de procesos más complejos. El químico escocés Joseph Black (1728-1799) identificó en 1756 que si se dejaba **cal viva** en el aire, después de un tiempo aumentaba su masa y se transformaba en polvo de piedra caliza. Al calentar el polvo de piedra caliza nuevamente se obtenía cal viva y la masa disminuía. Antes, había notado que lo mismo le ocurría a la cal viva en presencia del dióxido de carbono, llamado por él "gas silvestre", un producto de la combustión. De esta manera dedujo que el dióxido de carbono formaba parte de los gases del aire y que la cal viva era capaz de combinarse con este gas para formar piedra caliza.

Algo similar ocurrió para el descubrimiento del oxígeno: Antoine Laurent de Lavoisier y otros químicos notaron que una parte del aire se combinaba con los metales para formar óxidos y además era indispensable para la combustión y la respiración. Lavoisier (figura 2.11) nombró "oxígeno" a este gas.

Daniel Rutherford (1749-1819) notó en 1772 que si a un recipiente cerrado se le extraía todo el oxígeno (poniendo un ratón para que lo respirara o una vela encendida) y después se extraía todo el dióxido de carbono con cal viva, el recipiente no quedaba vacío, sino que quedaba un gas con propiedades distintas a las del dióxido de carbono y el oxígeno, aparentemente no tenía relación con los procesos de la vida, por lo que se le llamó **azote**, azoe o azoe: ("sin vida", en latín). Actualmente, se le conoce como nitrógeno y es un elemento esencial para la vida, ya que forma parte de algunas biomoléculas y nutrimentos.



**Figura 2.10** Aristóteles explicó la estructura de la materia con la idea de que podía dividirse indefinidamente.

#### GLOSARIO

**Cal viva:** Es un término que designa al óxido de calcio en cualquier forma que éste se presente.



**Figura 2.11** Lavoisier propuso que el oxígeno era un elemento y que, además, era el "formador de los ácidos"; no tuvo tiempo para conocer otros ácidos que no lo tienen.

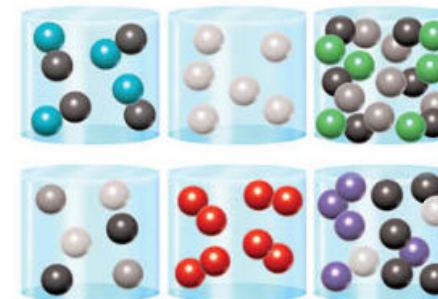
Hoy podemos clasificar los materiales en mezclas y sustancias, y a las sustancias en compuestos y elementos, dependiendo de si pueden o no ser separados en componentes más sencillos con procesos físicos o químicos. El modelo corpuscular nos permite hacernos una idea de la estructura microscópica de los materiales y gracias a eso podemos clasificarlos.

Sin embargo, para construir un modelo corpuscular detallado, es necesario conocer primero qué átomos están presentes en las moléculas, en qué proporción y, a veces también, es necesario saber de qué manera están unidos. A lo largo de este bloque, adquirirás estos y otros conocimientos muy importantes, no sólo para clasificar la materia y conocer su estructura, sino también para entender su comportamiento.

### ¡Aplica!

**Representarás e identificarás si distintos materiales son mezclas o sustancias, y si éstas son compuestos o elementos.**

- Haz una representación del aire, incluyendo las partículas que se encuentran en menores proporciones y que se mencionan en el texto. Aunque sabemos que los componentes del aire son moléculas, dibuja la versión sencilla del modelo corpuscular utilizando diferentes colores para representar los corpúsculos de cada sustancia, y explica por qué consideramos que el aire es una mezcla.
- Después de separar el aire en los componentes mencionados, no es posible separar éstos, a su vez, en componentes más sencillos por métodos físicos... ¿el agua, el dióxido de carbono, el oxígeno y el nitrógeno son mezclas o sustancias? Describe el criterio que utilizaste para clasificarlas.
- Representa una muestra de aire a la cual se le extrajo todo el dióxido de carbono.
- Si aceptáramos que lo que sucede al calentar la piedra caliza es un proceso químico, ¿dirías que la piedra caliza es una mezcla o una sustancia? ¿Qué criterio empleaste para decidirlo?
- Mediante una reacción es posible separar el dióxido de carbono en carbono y oxígeno, ¿el dióxido de carbono es un compuesto o un elemento?
- ¿El nitrógeno es un compuesto o un elemento?
- Observa los modelos corpusculares del agua, del oxígeno y del hidrógeno (figura 2.9, página 83) y contesta las preguntas siguientes:
  - ¿Qué diferencia observas entre las partículas de agua y las de hidrógeno?
  - ¿Qué diferencia observas entre las partículas de agua y las de oxígeno?
  - ¿En qué se parecen el hidrógeno y el oxígeno?
  - ¿Por qué clasificamos al agua como compuesto y al hidrógeno y al oxígeno como elementos?
- Analiza las representaciones de la figura 2.12 e identifica cuáles son elementos, compuestos o mezclas y explica por qué. ◀



**Figura 2.12** Representaciones por identificar.

#### Recuerda que...

En el curso de Ciencias 2, usando el modelo corpuscular, representaste sólidos, líquidos y gases; también te sirvió para diferenciar mezclas (como el aire) de sustancias y compuestos (agua); y de elementos (hidrógeno y oxígeno).



## Estructura de los materiales

En la secuencia anterior hablamos de las sustancias, clasificándolas en compuestos y elementos. Existen 91 elementos naturales que se combinan para formar decenas de millones de compuestos diferentes. Cada uno de estos compuestos y elementos tienen propiedades físicas y químicas distintas, resultado de su composición y estructura, por lo que el uso que les podemos dar es muy variado. Son pocos los elementos que podemos encontrar como sustancia elemental (pero no necesariamente puros) en la naturaleza; los más frecuentes son oxígeno, nitrógeno, argón, carbono, azufre, oro, plata y cobre. De éstos, el argón es el único que podemos encontrar como átomos independientes. El ser humano ha producido artificialmente otros elementos sintéticos, pero al ser tan inestables no se pueden obtener compuestos a partir de ellos, ya que una vez producidos se desintegran en fracciones de segundo. ¿Qué son los átomos? ¿En qué son diferentes los átomos de un elemento de los de otro? ¿Por qué los átomos se unen y forman moléculas? ¿Por qué los átomos de algunos elementos no lo hacen?

### Historia del atomismo

La idea de que la materia está formada por átomos es muy antigua. En la Edad Media, a pesar de la oposición general al atomismo debido a la influencia que tuvo Aristóteles, algunos grupos siguieron considerándola una idea interesante, de manera que sobrevivió, aunque con pocos adeptos. Robert Boyle (1627-1691) fue uno de los impulsores de la ciencia moderna y es recordado principalmente por el estudio de los gases y otras aportaciones a la química y la física experimentales, involucrando fenómenos relacionados con el aire. Sin embargo, muchos científicos consideran que su principal obra científica es un escrito llamado *El químico escéptico* (1661), donde sostiene la hipótesis de que la materia está formada por átomos y agrupaciones de átomos en movimiento (ahora las llamamos moléculas).

John Dalton (1766-1844) retomó el concepto de átomo y en 1808 propuso su propia teoría atómica (figura 2.13). Los puntos más importantes de la teoría atómica de Dalton son:

- Los elementos están formados por partículas diminutas e indivisibles, átomos.
- Los átomos del mismo elemento son semejantes en masa y tamaño.
- Átomos de elementos distintos tienen masas y tamaños distintos.
- Los compuestos químicos se forman por la unión de dos o más átomos de elementos diferentes.
- Los átomos se combinan para formar compuestos, en relaciones numéricas sencillas como 1 a 1, 2 a 2, 2 a 3, etcétera.
- Los átomos de dos elementos se pueden combinar en diferentes proporciones para formar más de un compuesto.



Figura 2.13 John Dalton propuso un modelo en el que los átomos eran esferas rígidas indivisibles, y que los átomos que formaban un elemento eran iguales y pesaban lo mismo.

**Recuerda que...**  
En la secuencia anterior ya hablábamos de Leucipo y Demócrito (Grecia, siglos V y IV a.n.e.), para quienes los átomos son partículas indivisibles, y sus diversas combinaciones constituyen toda la materia. Aristóteles rechazó la idea atomística con el argumento de que no podía existir materia indivisible.

**TE RECOMENDAMOS...**  
Leer el libro de García, Horacio, *La naturaleza discontinua de la materia*, México, SEP-Santillana, 2002 (Biblioteca de Aula), para que profundices en las teorías e ideas sobre la estructura de los materiales.

Aunque la teoría atómica de Dalton tuvo inconsistencias, sentó las bases para la teoría corpuscular de la materia y para la definición de los conceptos: “sustancia elemental”, “compuesto” y “molécula”. Lo más importante es que a partir de ella, las teorías se apoyan en datos experimentales y deben explicar, al menos, lo mismo que una teoría vigente. Pensemos en las ideas de Dalton: ¿qué hace que los átomos se unan para formar compuestos?, ¿por qué se unen en relaciones numéricas sencillas? Éstas son preguntas que quedaban sin resolver, así como los **fenómenos eléctricos**, incluyendo unos muy intrigantes, los llamados rayos catódicos (figura 2.14).

Años después de su descubrimiento, Joseph John Thomson (1856-1940) realizó experimentos con estos rayos y notó que podían ser desviados por placas con carga, ya que se dirigían a la placa positiva y se alejaban de la negativa, y dedujo que se trataba de partículas con masa y con carga negativa.

Al modelo de Dalton, Thomson le incorporó los electrones (1904) de carga negativa “incrustados” en un átomo positivo, como un pudín con pasas, y que éstos se distribuían uniformemente en el átomo. El modelo de Thomson podía explicar con mayor precisión algunos fenómenos eléctricos, como la atracción entre el ámbar y los pedacitos de paja, pero quedaban varias dudas. Una importante era si los electrones estaban incrustados en el átomo, o bien, constituían la parte exterior del mismo (como si se tratara de un sistema solar, según Perrin y Nagaoka); ambos modelos eran incompatibles, por lo que era muy importante decidir cuál explicaba mejor los resultados de los experimentos.

Entre 1909 y 1911 Ernest Rutherford (1871-1937) y sus colaboradores llevaron a cabo un experimento para resolver tales diferencias (figura 2.15). Encontraron que si bien la mayoría de las partículas atravesaban la lámina, otras eran desviadas en trayectorias muy lejanas y aun en sentido contrario de donde procedían. Dedujo de esto que la carga positiva estaba en una zona muy pequeña que denominó “núcleo”. Fue tan trascendente este experimento que en adelante al modelo con núcleo positivo y electrones orbitando se le llamó **modelo de Rutherford**. Éste constituyó un parteaguas en la ciencia, ya que permitió considerar, por primera vez, a la experimentación científica como una forma de identificar de entre dos o más modelos aquel que explica mejor la realidad.

**Recuerda que...**  
En tu curso de Ciencias 2 viste los fenómenos eléctricos, de los cuales, desde Tales de Mileto, ya se sabía de experiencias interesantes sobre la atracción del ámbar y pedacitos de paja.

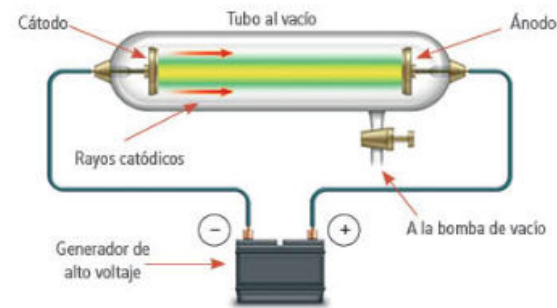


Figura 2.14 Si aplicamos una diferencia de potencial en un tubo al alto vacío, observamos a los rayos catódicos, que van del ánodo (terminal negativa) al cátodo (terminal positiva).

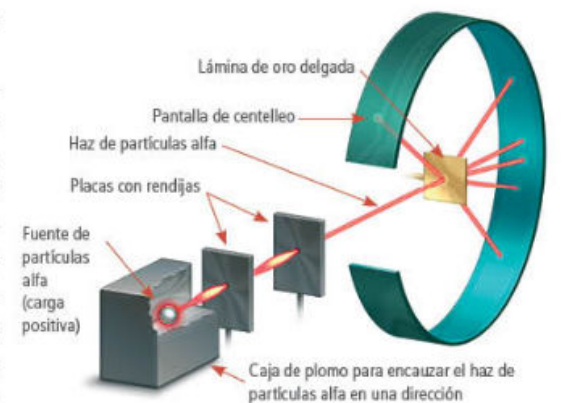


Figura 2.15 En el experimento de Rutherford las partículas (que tienen carga positiva) atravesaban una lámina de oro. Unas cuantas, sin embargo, eran desviadas, lo cual podía observarse con una pantalla que destellaba con los impactos de las partículas.

Como puedes observar, los modelos atómicos fueron mejorándose (figura 2.16). Con el modelo de Rutherford y sus resultados experimentales se supo de la existencia del núcleo.

James Chadwick (1891-1974) realizó, en 1932, otra contribución importante al modelo atómico: al bombardear átomos del elemento berilio con **partículas  $\alpha$** , observó que se desprendía un tipo de partículas de masa igual a la del protón, pero sin carga eléctrica; a éstas les llamó "neutrones". Hasta entonces existían problemas para explicar cómo las partículas positivas (los protones) podían, en general, mantenerse tan cerca sin saltar despedidas en direcciones contrarias. Chadwick propuso la idea de que la presencia de estas partículas neutras (neutrones) en el núcleo podría disminuir la repulsión entre los protones.

La tabla 2.1 muestra algunas características de las partículas subatómicas y puedes ver que la masa y la carga se expresan sin unidades, porque se refiere a cantidades relativas, es decir, nos dan la relación entre las magnitudes de las cantidades expresadas.

Partícula	Masa	Carga relativa	Localización relativa	Descubrimiento
Electrón, $e^-$	1/1836	-1	Fuera del núcleo	J.J. Thomson, 1897
Protón, $p^+$	1	+1	En el núcleo	E. Rutherford, 1920
Neutrón, $n$	1	0	En el núcleo	J. Chadwick, 1932

Todos los átomos de un elemento tienen algo en común: el número de protones en su núcleo. Éstos son los responsables de la carga del núcleo y ésta a su vez es la responsable de las propiedades químicas de los átomos. Al número de protones en el núcleo se le conoce como **número atómico**, el cual se representa con la letra Z. Cada elemento tiene un número atómico característico. Por ejemplo, el núcleo de hidrógeno es el más pequeño de todos, y consta de tan sólo un protón ( $Z = 1$ ).



### Entendiendo los modelos atómicos

Analizarán las características de los modelos atómicos y de las partículas subatómicas para explicar el comportamiento de la materia.

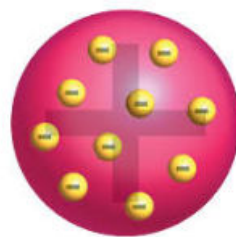
- Con lo descrito en el texto contesten lo que se les pide.
  - ¿Por qué al atomismo de Dalton se le considera una teoría científica, mientras que al de Leucipo y Demócrito no?
  - ¿Cuál de los postulados de Dalton fue incorrecto?
  - ¿Cómo diferenciamos a un elemento de otro actualmente?
- ¿Qué resultados se esperarían del experimento de Rutherford si el núcleo fuera positivo o si el núcleo fuera negativo?
- Comenten los modelos atómicos y elaboren un cuadro comparativo de sus características.
- Compartan su cuadro comparativo con el grupo. ◀

#### GLOSARIO

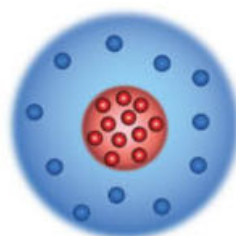
**Partículas alfa  $\alpha$ .** Núcleos de átomos de helio ionizados (sin electrones) que tienen carga positiva.



Modelo de Dalton



Modelo de Thomson



Modelo de Rutherford

Figura 2.16 Esquemas donde se muestran representaciones del átomo según Dalton, Thomson y Rutherford.

#### Recuerda que...

Dalton hizo el primer intento por asignar símbolos a los elementos químicos: en su obra (escrita en 1808) *Nuevo sistema para la filosofía química*, estableció símbolos arbitrarios para representar a los elementos conocidos hasta esa fecha.

## Modelo atómico de Bohr

El modelo de Rutherford ofrecía más explicaciones, pero no lograba hacerlo con la interacción de la materia con la luz, en particular de los "espectros luminosos" como el arco iris. Cada elemento tiene un espectro luminoso que es algo similar a una huella digital (figura 2.17). Niels Bohr (1885-1962), un físico danés, presentó un modelo atómico que logró explicarlos: propuso que la diferencia entre un átomo y otro se encuentra en la cantidad de partículas que lo integran y que determinan sus propiedades. Por ejemplo, su color depende de la capacidad de absorber o emitir luz de diferentes frecuencias y su densidad depende de la masa del núcleo.

En el modelo atómico de Bohr, los electrones se encuentran girando en torno a un núcleo formado por protones y neutrones. Lo que mantiene a los electrones girando en órbitas alrededor del núcleo resulta de un equilibrio entre la atracción electrostática y la fuerza debida a la aceleración centrífuga del electrón al girar. La atracción eléctrica es la que existe entre la carga negativa (de electrones) con las cargas positivas (del núcleo). Cada órbita tiene una energía distinta y por ello se les llama también **niveles de energía o capas**. Cada órbita electrónica del modelo de Bohr puede alojar un cierto número de electrones. La primera órbita, la más cercana al núcleo, acepta sólo dos electrones, la segunda acepta un máximo de 8, la tercera acepta 18 y la cuarta, 32. Las órbitas se van llenando con los electrones de la más cercana al núcleo hacia fuera.

El modelo de Bohr nos permite entender gráficamente cómo se distribuyen los electrones en las diferentes órbitas o niveles de energía del átomo. Por ejemplo, para representar al nitrógeno, debemos considerar que tiene siete protones y siete electrones, todos los átomos con carga neutra tienen la misma cantidad de protones que de electrones (figura 2.18).

Otra manera de representar a los átomos son los **diagramas de Bohr**, que consisten en representar al núcleo con el número de protones correspondiente al átomo en cuestión y sus órbitas con el número de electrones que contienen. Los electrones deben colocarse desde la capa más cercana al núcleo hacia la más lejana, hasta completar el número total de electrones que contenga el átomo y que acepte cada órbita (figura 2.19).



### Representa átomos según el modelo de Bohr

Utilizarás los diagramas de Bohr para representar algunos elementos.

- Investiga el número atómico y el símbolo de los primeros 20 elementos para que lles la siguiente tabla.
- Representa los diagramas de Bohr de los elementos de la tabla 2.2. ◀

Número de protones	Z	Elemento	Símbolo
1	1	Hidrógeno	H
8	8	Carbono	C



Figura 2.17 Espectro de absorción del hidrógeno. Al hacer pasar luz blanca por un gas (por ejemplo, hidrógeno) y luego por una rejilla de difracción, la luz saliente muestra una serie de líneas oscuras. El gas absorbe luz de determinadas longitudes de onda. Este patrón (espectro de absorción) es característico de cada elemento.

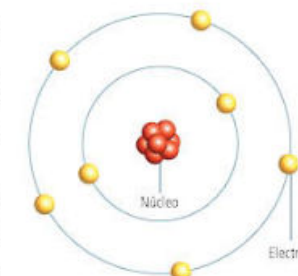


Figura 2.18 Modelo de Bohr para representar al átomo de nitrógeno y los electrones distribuidos en sus capas.

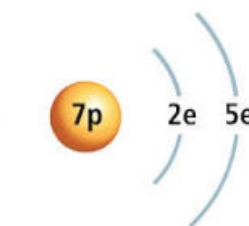


Figura 2.19 Diagrama de Bohr del nitrógeno, con 2 electrones en su capa interna y 5 en la externa.

Observa en la figura 2.20 los diagramas de Bohr para el helio y el neón. Estos elementos tienen mucho en común: son gases a presión y temperatura ambiente, y no se combinan con otros elementos para formar compuestos. La cantidad de electrones es muy diferente: uno tiene dos electrones y el otro diez; sin embargo, en su último nivel ambos contienen el total de electrones que puede albergar esta órbita, es decir, ese nivel está "lleno". En general los átomos presentan la tendencia a tener lleno su último nivel. Como se verá a continuación esto repercute de manera importante en el comportamiento químico de los elementos.

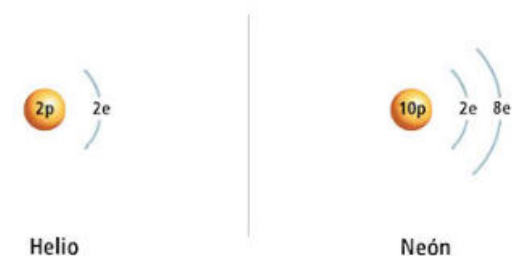


Figura 2.20 Diagramas de Bohr para el helio y el neón.

### Organización de los electrones en el átomo. Electrones internos y externos

Los electrones de las capas más cercanas al núcleo se consideran electrones internos; los de la capa más lejana al núcleo o última se llaman externos (figura 2.21). El átomo de sodio (Na) tiene 11 protones y 11 electrones, de tal forma que en la última capa tiene sólo un electrón. El Na tiene un electrón más que el neón, de modo que si se le quita un electrón, la última capa también estaría llena y ya no interactuaría con los electrones de otros átomos. La mayoría de los átomos ceden electrones a otro átomo cuando tienen pocos en la última capa o atraen algunos para completar esta capa si tienen más de 4 (figura 2.22).

La razón de que los átomos se unan para formar compuestos es que adquieren la configuración de gases nobles y con ello estabilidad. Mientras no tienen esa configuración, son reactivos. Por eso el sodio tiende a perder un electrón y se queda sólo con 10. Aun cuando su átomo tenga menos electrones, seguirá siendo sodio, pues lo que determina la identidad del elemento es el número de protones.

Los electrones internos de un átomo no pueden cederse, ya que están más cerca del núcleo y su carga los atrae con demasiada fuerza. En cambio los electrones más externos pueden cederse y son los responsables de la capacidad de un elemento para formar compuestos y se les llama **electrones de valencia**.

La carga de un protón (+1) y la de un electrón (-1) se neutralizan, por lo que la carga (C) de un átomo será positiva si tiene más protones (p) que electrones (e), y negativa si tiene más electrones que protones. La siguiente relación nos da la carga de un átomo:

$$C = \text{número } p^+ - \text{número } e^-$$

Al perder o ganar electrones, los átomos quedan con mayor o menor cantidad de éstos con respecto a la cantidad de protones y se les llama iones. Los iones con carga positiva se denominan **cationes** y los iones con carga negativa se llaman **aniones**. Recuerda la actividad de electrólisis, ¿el hidrógeno sería catión o anión?, y ¿el oxígeno? ¿Qué evidencias tienes de esto?

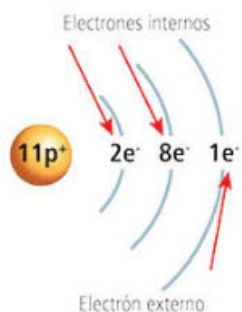


Figura 2.21 Diagrama de Bohr para el sodio.

**GLOSARIO**

**Carga.** Propiedad intrínseca de las partículas subatómicas, que se manifiesta como fuerzas de atracción y repulsión entre ellas.



Figura 2.22 Diagrama de Bohr para el cloro. El cloro (Cl) tiene 17 protones y 17 electrones, de los cuales 7 están en su última capa. En general, el cloro tiende a recibir un electrón de otro elemento si está cerca.



### ¿Cómo actúan los electrones externos?

Identificarán el papel de los electrones de valencia en la formación de iones.

- Dibujen los diagramas de Bohr para un átomo de cada uno de los siguientes elementos: litio, flúor y oxígeno. ¿Cuántos electrones de valencia tiene cada uno de estos átomos?
- Dibujen los diagramas de Bohr de los siguientes átomos, calculen su carga total, indiquen si se trata de aniones o cationes y señalen los electrones externos para cada uno de ellos:
  - Un átomo de litio que perdió un electrón.
  - Un átomo de flúor que ganó un electrón.
  - Un átomo de oxígeno que ganó dos electrones.
- Comparen sus esquemas con otros compañeros. ◀

### Enlace químico

El modelo atómico de Bohr no es el más actual y hay muchos aspectos químicos que no puede explicar. Sin embargo, nos permite entender ciertos aspectos de la interacción de la materia con la luz y propone una forma para organizar a los electrones en órbitas alrededor de los núcleos de los átomos. Al perder, ganar o compartir electrones se forman iones y moléculas con enlaces que son pares de electrones compartidos, es así como se unen átomos.

Los **electrones externos o de valencia** son muy importantes para que dos átomos se enlacen. Los electrones de valencia nos dan indicios de cómo los elementos se unen para formar compuestos, sin embargo, para explicar compuestos con átomos grandes, el modelo de Bohr resulta complicado. Una alternativa para explicarlo es: el átomo de Lewis.

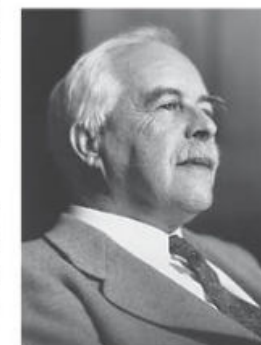


Figura 2.23 Gilbert Lewis. Físicoquímico estadounidense (1875-1946).

### Modelo de Lewis y electrones de valencia

En 1916 el estadounidense Gilbert Lewis (figura 2.23) explicó cómo se formaban algunos compuestos. Propuso también una manera de representar los elementos químicos, conocida como **estructura de Lewis**, la cual consiste en colocar el símbolo químico del elemento y rodearlo de puntos que simulan los electrones externos. Los puntos se ubican arriba, abajo y a los lados (figura 2.24).

En estos diagramas de Lewis se infiere que el símbolo Cl representa el núcleo del cloro (protones y neutrones) con sus diez electrones internos, y los siete puntos que lo rodean representan los siete electrones de la última capa. El símbolo Na representa al núcleo del sodio con sus diez electrones internos, y el punto a un lado representa al único electrón en la última capa. En el caso de los iones, se aumenta o se quita el o los puntos (que simulan ser los electrones) necesarios y se pone el signo de la carga total del átomo en la parte superior derecha. Así, el ión de cloro se representa por  $\text{Cl}^-$  y ocho electrones externos, mientras que el ión de sodio se representa por  $\text{Na}^+$ .

Lewis pensó que si acomodaba los electrones en los vértices de un cubo, podría explicar cómo se unen los átomos, esto es el **enlace**. Hay una serie de reglas para escribir las estructuras de Lewis de moléculas e iones (figura 2.25):

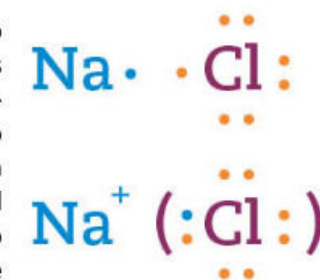


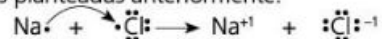
Figura 2.24 Estructura de Lewis para el sodio (Na) y el cloro (Cl) y sus respectivos iones  $\text{Na}^+$  y  $\text{Cl}^-$ .

- El hidrógeno tiende a tener dos electrones de valencia para llenar su última y única capa.
- Los elementos litio, sodio, potasio, berilio, magnesio, calcio y aluminio tienden a perder sus electrones para quedar con su nivel anterior lleno ( $\text{Li}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Be}^{+2}$ ,  $\text{Mg}^{+2}$ ,  $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Al}^{+3}$ ).
- Los elementos carbono, nitrógeno, oxígeno, flúor, silicio, fósforo, azufre y cloro tienden a aceptar electrones para tener 8 en su última capa. A esto se le conoce como la regla del octeto.

H •					He •		
Li •	Be •	B •	C •	N •	O •	F •	Ne •
Na •	Mg •	Al •	Si •	P •	S •	Cl •	Ar •
K •	Ca •	Ga •	Ge •	As •	Se •	Br •	Kr •
Rb •	Sr •	In •	Sn •	Sb •	Te •	I •	Xe •
Cs •	Ba •	Tl •	Pb •	Bi •	Po •	At •	Rn •

Figura 2.25 Estructura de Lewis de los elementos representativos.

Con los diagramas de Lewis no sólo se pueden representar átomos e iones, sino también procesos químicos como el anterior, en el cual un átomo de sodio cede un electrón a uno de cloro. Ambos elementos cumplen con las reglas planteadas anteriormente.



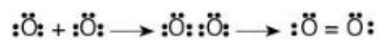
Un proceso químico distinto se da cuando tenemos dos átomos iguales. Por ejemplo, el átomo de hidrógeno tiene un electrón de valencia, por lo que necesita de uno más para llenar su última (y única) órbita. Si tenemos otro átomo de hidrógeno es poco probable que uno sustraiga el electrón del otro, ya que ambos átomos son idénticos. Lewis propuso que ambos átomos pueden llenar su órbita si en vez de perder o ganar *comparten* sus electrones.



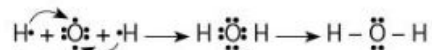
Al par electrónico compartido se le llama **par enlazante**, y se suele representar por un guión, en ocasiones también llamado **enlace**:



La formación de una molécula de oxígeno se representaría de la siguiente manera:



En este caso para que se cumpla con la regla del octeto los átomos de oxígeno deben compartir dos pares enlazantes, y se forma un enlace doble. Además, podemos observar que cada átomo de oxígeno tiene dos pares electrónicos libres o sin compartir. Esto es importante porque estos pares libres pueden influir en las propiedades de las sustancias. La formación de la molécula de agua se representa de esta manera:



Las estructuras de Lewis son muy útiles, ya que nos permiten conocer los átomos que conforman las moléculas, cuántos hay de cada elemento, cómo están unidos y si hay pares electrónicos sin compartir. Sin embargo, cuando no necesitamos tanta información, también podemos usar su **fórmula mínima**, en la cual sólo se escribe el símbolo de los elementos presentes y con un subíndice se indica cuántos átomos hay de cada uno de ellos. Otra forma muy utilizada en química es representar átomos con bolas y los enlaces con barras, pero los pares libres no se representan.

#### TE RECOMENDAMOS...

Leer de tu Biblioteca de Aula la obra de Serena, Pedro A., *La nanotecnología*, Madrid, Los libros de la catarata, 2010 (Col. ¿Qué sabemos de...?), para que conozcas algunas de las aplicaciones de conocer la estructura de la materia.

#### Recuerda que...

Como vimos en la secuencia 6, las fórmulas mínimas de las moléculas de hidrógeno, oxígeno y agua serían  $\text{H}_2$ ,  $\text{O}_2$  y  $\text{H}_2\text{O}$ .



### Representa diferentes compuestos con estructuras de Lewis

#### Representarás moléculas sencillas con estructuras de Lewis.

1. Observa las representaciones I, II y III de la figura 2.26 y realiza lo que se te pide:
  - a) Escribe la fórmula mínima de los compuestos correspondientes.
  - b) Representa sus estructuras de Lewis mediante la compartición de electrones. Forma pares con un electrón de cada átomo de hidrógeno y uno del otro elemento. Copia la figura y, en vez de los pares enlazantes, traza los guiones que representan a los enlaces.
  - c) ¿Cuántos pares de electrones libres tienen los átomos de nitrógeno, flúor y carbono sin combinar?
  - d) ¿Cuántos electrones de valencia tiene cerca cada átomo en las moléculas que formaste? Toma en cuenta todos los electrones alrededor de estos átomos en las moléculas (los de pares libres y los de pares enlazantes), ¿cuáles cumplen con la regla del octeto? ◀

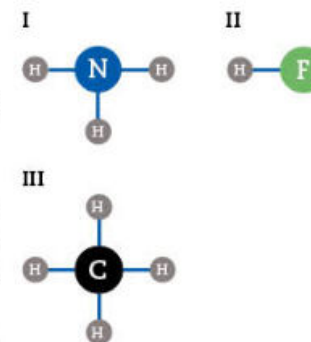


Figura 2.26 Representaciones de moléculas.

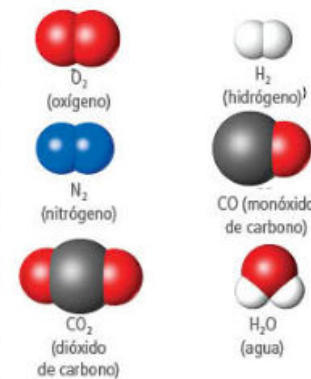


Figura 2.27 Modelo de llenado espacial de algunas moléculas.

Gracias a las representaciones de Lewis podemos visualizar iones y moléculas y entender el papel de los electrones de valencia en la formación de los mismos. El modelo de bolas y barras pretende ser una representación más fiel de la realidad, ya que ciertamente los átomos no son las letras de los símbolos químicos. Sin embargo, en la actualidad se considera que los enlaces no son barras o líneas, por lo que se utiliza el modelo de llenado espacial, que supuestamente representa mejor la forma real de las moléculas. La imagen 2.27 muestra el modelo de llenado espacial de algunas moléculas.

Como verás, los modelos para explicar el átomo han ido cambiando conforme los investigadores se hacen nuevas preguntas, las responden y verifican el comportamiento del fenómeno que estudian. Entender cómo están constituidos los átomos de cada elemento químico nos acerca a la comprensión de la estructura de la materia, de todo lo que nos rodea, así como de su comportamiento.

### ¡Aplica!

1. ¿Qué hace suponer que la materia está constituida por partículas?
2. ¿Por qué el modelo de Bohr puede explicar la fórmula del agua, considerando los electrones de valencia?
3. Considerando que un átomo tiene un Z de 35, y utilizando el modelo de Bohr, ¿qué información puedes obtener del mismo (protones y electrones)?
4. Con la información de las estructuras de Lewis de los átomos de elementos representativos, ¿qué parejas de compuestos se pueden formar con los elementos oxígeno, bario, cesio, aluminio, fósforo y azufre, y cómo quedarían sus estructuras? ¿Cómo serían sus fórmulas?
5. ¿Notan alguna regularidad entre las columnas (grupos) y los electrones de valencia de los átomos de elementos representativos? ¿En qué consiste? ◀

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

Las propiedades de los metales nos permiten darles muchos usos, como diseño y elaboración de maquinaria, cableado eléctrico, prótesis y monedas. Así, han jugado un papel muy importante en el desarrollo de la humanidad, como se muestra en la figura 2.28 y se explica en el siguiente texto.

### LA CIVILIZACIÓN Y LOS METALES

Desde los inicios de la civilización los materiales han influido en el desarrollo de las culturas. En 1820, el arqueólogo danés Christian Jürgensen Thomsen (1788-1865) clasificó las colecciones de "artefactos" de la Comisión Real para la Conservación de las Antigüedades de Copenhague en tres edades. Aunque esta clasificación sólo tiene un valor cronológico local, se considera un indicador del desarrollo tecnológico.

En la Edad de Piedra, este material adquirió importancia por tener la dureza necesaria para ser utilizado en forma de herramientas de trabajo y armas.

En la Edad de Bronce (4500-1800 a.n.e.) surgió la metalurgia, es decir, la fabricación de utensilios de metales fundidos (el bronce es una aleación de cobre y estaño). Los utensilios de bronce tenían mayor dureza y durabilidad que los de piedra.

La Edad de Hierro se inició en el siglo XII a.n.e. en el Cercano Oriente, la India y Grecia. La dureza, alta temperatura de fusión, abundancia y bajo costo de este metal lo convirtieron en un material mucho más deseable y, por lo tanto, en el más usado.

Hoy en día el acero, derivado del hierro, se utiliza en herramientas de trabajo, materiales para construcción y armas, entre muchos otros artículos. Actualmente contamos con una gran variedad de materiales, entre los cuales destacan algunos otros metales: utilizamos al cobre en cableado eléctrico, al aluminio en puertas y ventanas y al titanio en prótesis, sólo por mencionar algunos ejemplos.



Figura 2.28 Armas que corresponden a la Edad de Hierro.

¿Qué otros metales conoces? ¿Qué propiedades hacen tan útiles para nosotros a los metales? ¿Qué hacer cuando un objeto de metal deja de sernos útil? ¿Es válido decir que un metal "se echa a perder"?

### Propiedades de los metales

#### Maleabilidad

Si golpeamos una lata de aluminio o un trozo de alambre de cobre con un martillo podemos hacer que sus formas cambien, convirtiéndolos en láminas muy delgadas, a esta propiedad se le denomina **maleabilidad**. La maleabilidad de los metales fue utilizada en las edades de Bronce y Hierro para fabricar hachas, martillos y espadas. La maleabilidad aumenta con la temperatura; por eso, los herreros han calentado el metal para lograr que cambie de forma al golpearlo.

#### Ductilidad

La **ductilidad** es la propiedad de los materiales para estirarse y formar hilos delgados, como algunos cables, alambres y filamentos de focos (figura 2.29). Existen alambres de muchos metales y con una gran variedad de grosores. Por ejemplo, algunos focos utilizan un filamento de tungsteno con un diámetro de 0.004 mm.



Figura 2.29 Imagen de un filamento de tungsteno utilizado en focos.

#### Brillo metálico

El **brillo** es la capacidad de un cuerpo de reflejar prácticamente toda la luz visible que recibe y es una característica muy notoria de los metales. En parte, se debe a su brillo que los metales preciosos (oro, plata y platino) se consideran tan valiosos. Gracias a esta propiedad se pueden fabricar espejos, antiguamente se hacían puliendo superficies metálicas; después, al depositar átomos de plata en superficies de vidrio mediante procesos químicos y ahora se usa aluminio que se evapora y deposita en una superficie plana de vidrio (figura 2.30).



Figura 2.30 Imagen de un espejo de plata formado en el interior de un matraz mediante un proceso químico.



#### Algunas propiedades de los objetos metálicos

Identificarán la maleabilidad, la ductilidad y el brillo de objetos metálicos.

#### Material

Un clip, un balín metálico, dos tubos o palos de madera, dos trozos de papel aluminio, un martillo, corrector líquido, 30 cm de alambre de cobre delgado, monedas, un pedazo de plástico rígido.

#### Procedimiento

- Utilicen el clip, el papel aluminio y una moneda para realizar lo que se les pide.
  - Intenten deformar los materiales con sus manos. Si no lo logran con la fuerza de sus manos, utilicen el martillo.
  - ¿Cuáles de los materiales se deformaron sin romperse?
  - ¿Alguno de ellos presentó mayor resistencia?
  - ¿Cómo se llama la propiedad de ser deformados sin romperse?
- Realicen lo que se les pide utilizando el alambre de cobre.
  - Enrollen cada uno de los extremos del alambre a una barra de hierro o palo de madera, como se muestra en la figura 2.31.
  - Con el corrector líquido hagan una marca en cada uno de los extremos del alambre y midan la distancia entre las dos marcas.
  - Despacio, pero con firmeza, separen las barras hasta que el alambre se rompa (si lo hacen fuerte, el alambre se romperá en poco tiempo y será difícil realizar la observación esperada).
  - Midan nuevamente la separación entre las dos marcas. ¿El alambre aumentó o disminuyó su longitud?
  - Considerando que el alambre es un cilindro y que su volumen no cambió durante el proceso de estiramiento, ¿qué creen que haya pasado con su diámetro?

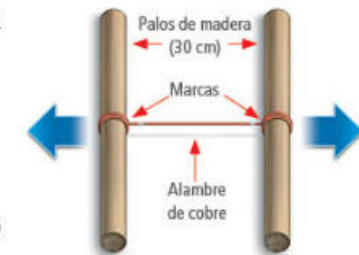


Figura 2.31 Procuren enrollar de manera firme el alambre en los palos de madera para que al estirarlo no se desenrolle.



3. Observen un trozo de papel aluminio para que contesten lo que se les pide.
  - a) ¿El papel aluminio es igual de brillante por los dos lados? ¿Es igual de lisa la textura de ambos lados?
  - b) ¿Hay alguna relación entre la textura y el brillo?
  - c) Con una superficie rugosa, raspen el papel aluminio, ¿esto hace que sea más o menos brillante?, ¿coincide con lo que respondieron en el inciso a)?
  - d) Comparen los materiales que usaron en las experiencias, ¿cuáles son más brillantes?

### Resultados y conclusiones

1. Indiquen qué propiedad predominante trabajaron en cada experiencia y cuáles son las características de cada propiedad.
2. Comenten si consideran que todos los metales son igual de maleables.
3. Expliquen la importancia de la ductilidad de los metales y den tres ejemplos en los cuales se aproveche esta propiedad en la casa o en la industria.
4. Discutan por qué algunos objetos metálicos presentan menos brillo. ◀

### Conductividad térmica

La sensación de frío que percibimos cuando tocamos un objeto hecho de aluminio, cobre o hierro se debe a que el calor de nuestro cuerpo se transmite y fluye fácilmente hacia ese objeto. A esta propiedad se le llama **conductividad térmica**. Los materiales que presentan una elevada resistencia a este proceso tienen una baja conductividad térmica y aquellos cuya resistencia es baja tienen elevada conductividad térmica. Los metales son buenos conductores térmicos, mientras que la madera y algunos materiales plásticos tienen conductividad térmica baja (figura 2.32).

### Conductividad eléctrica

En tu curso de *Ciencias 2* aprendiste que los materiales que nos permiten encender un foco en un circuito eléctrico y dejan pasar la corriente eléctrica se llaman conductores y los que no lo permiten se llaman aislantes. Por lo general, los metales son buenos conductores de la corriente eléctrica, razón por la cual se utilizan para distribuir la corriente eléctrica desde las plantas en las que se obtiene hasta nuestros hogares y aparatos, pasando por las subestaciones y transformadores (figura 2.33). Los metales que resultan mejores conductores de la corriente eléctrica son: plata, cobre, oro y aluminio. Los equipos eléctricos y electrónicos requieren de materiales conductores para poder funcionar y llevar a cabo los procesos para los cuales fueron diseñados.



### Conductores

Experimentarán la conductividad térmica y eléctrica en algunos materiales.

**Material.** Lámina de cobre, 5 cm de alambre de cobre, dos cables, mina gruesa (núcleo de lápiz, barra de grafito), una liga, papel, una batería de 9 V, un termómetro, una barra de hierro, cerillos o encendedor, un foco pequeño con socket, cinta adhesiva y un trozo de madera.



Figura 2.32 Algunos materiales se utilizan como aislantes térmicos, mientras que se aprovecha la conductividad térmica de otros.

**Recuerda que...**  
En tu curso de *Ciencias 2* viste que cuando dos objetos que están a diferentes temperaturas entran en contacto, la energía se transfiere del más caliente al más frío, hasta que la temperatura en ambos se iguala.



Figura 2.33 La conductividad eléctrica permite que llegue hasta nosotros la energía que se produce en las plantas eléctricas de todo el país.

metro, una barra de hierro, cerillos o encendedor, un foco pequeño con socket, cinta adhesiva y un trozo de madera.

### Procedimiento

1. Con mucho cuidado enrollen un alambre de cobre al bulbo de un termómetro; dejen libre un extremo de 5 cm de longitud y asegúrenlo con un trozo de cinta adhesiva (figura 2.34a).
  - a) Registren la temperatura ambiente.
  - b) Acerquen el extremo libre del alambre a la llama durante 40 segundos y anoten la temperatura final.
2. Repitan el experimento utilizando la mina; mantengan la punta unida al bulbo con un trozo de cinta adhesiva.
3. Armen un circuito con el socket los cables, la pila, el foco y la cinta adhesiva. Cierren el circuito como se muestra en la figura 2.34b, intercalando los distintos materiales (lámina de cobre, papel, clip, papel aluminio, trozo de madera y ligas).
  - a) En cada caso registren si el foco enciende o no.

### Resultados y conclusiones

1. Comparen el incremento de temperatura de los experimentos anteriores y contesten.
  - a) ¿En cuál de los casos aumentó más la temperatura?
  - b) ¿Cuál de los dos materiales es mejor conductor de la temperatura?
2. Identifiquen si los objetos metálicos que utilizaron se comportan diferente de los no metálicos con respecto a la conductividad eléctrica. ◀

### Toma de decisiones relacionada con: rechazo, reducción, reúso y reciclado de metales

Como has visto, utilizamos los metales con diversos fines. Por su ductilidad y conductividad eléctrica utilizamos el cobre en el cableado eléctrico y como parte fundamental de numerosos aparatos eléctricos. La maleabilidad del aluminio es aprovechada para hacer contenedores de alimentos y muchos otros productos. Utilizamos el hierro para hacer herramientas y estructuras de automóviles gracias a su dureza. Empleamos plomo para fabricar baterías y como protector contra la radiación. Dependiendo del metal y del uso que se le dé, estos materiales pueden durar tiempos muy variables. Por ejemplo, las varillas de una construcción sin terminar son corroídas por la lluvia ácida y por la oxidación al contacto con el aire, mientras que una lata de aluminio es mucho más resistente a la oxidación.

El cableado eléctrico y las estructuras metálicas de las casas se usan durante toda la existencia de éstas. Por el contrario, las latas de aluminio son útiles sólo hasta que utilizamos su contenido. ¿Los metales realmente dejan de ser aprovechables?, ¿qué hacer cuando dejan de ser útiles? Reflexionemos antes de pasar a la siguiente sección: en general, los materiales metálicos se construyen a partir de elementos, pero ¿es posible recuperarlos de alguna forma? Ahora verás algunas acciones para disminuir el impacto ambiental, así como en qué materiales puedes aplicarlas.

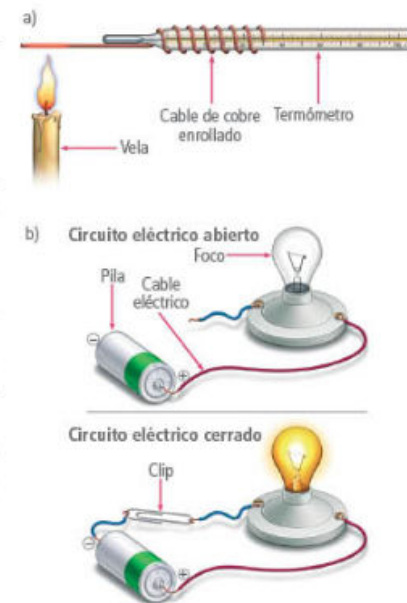


Figura 2.34 Dispositivos para mostrar la conductividad térmica (a) y eléctrica (b) de los metales.

**Recuerda que...**  
En la secuencia 4 del bloque anterior, viste los límites máximos permitidos de los metales pesados tóxicos más conocidos.

### Rechazo

Aunque por lo general los "metales pesados" no pueden entrar a nuestro organismo cuando se encuentran como elementos, sí pueden hacerlo cuando forman compuestos, esto sucede a través de alimentos animales o vegetales que han sido producidos en suelos y con agua contaminados. Por ello, es importante cuidar lo que consumimos y rechazar o no consumir productos que contienen metales pesados. De esta manera podremos contribuir a que se reduzca su fabricación.

Algunos materiales, como pinturas, vidrio, cerámica, esmaltes y baterías, pueden contener metales pesados que representan una fuente de contaminación para los seres vivos y el ambiente. Además de las baterías de los automóviles que contienen plomo, las baterías alcalinas pueden contener hasta 0.1% de mercurio, razón por la cual no debemos desecharlas en la basura, sino depositarlas en algún contenedor específico para tal fin (figura 2.35).

### Reducción

Otra manera de disminuir el impacto ambiental que producen los desechos metálicos es la **reducción**, que significa disminuir la cantidad de desechos consumiendo menos. Para ello, necesitamos un cambio de actitud: ser selectivos y conscientes de qué productos en realidad no necesitamos.

Una manera de reducir los desechos es comprar productos en grandes cantidades, ya que así disminuimos la cantidad de empaque (metálico o no) que tenemos que desechar cuando nos acabamos el producto.

También podemos reducir el volumen que ocupan nuestros desechos, apachurrando las latas de aluminio y las botellas de plástico antes de desecharlas (figura 2.36). También reducir el consumo de refrescos y de comida chatarra por motivos de salud. (México es el mayor consumidor de refrescos y, en contraste, es el país con agua municipal al menor costo). Piensa, tu decisión siempre repercute en tu salud y en el ambiente.

### Reúso

**Reúso** se refiere al proceso por el cual se aprovecha algún objeto que ya ha sido utilizado, para que desempeñe una actividad secundaria. De esta manera no se desecha y además no se adquiere un nuevo objeto que posteriormente sería desechado.

Un ejemplo muy común es el papel que una vez utilizado por una cara, puede ser empleado por el otro lado para otro tipo de documentos. Algunos ejemplos de reúso con metales son: arreglar los electrodomésticos descompuestos en vez de comprar nuevos y si no tienen compostura, recuperar materiales y piezas para reparación de otros electrodomésticos; hacer contenedores para lápices o piezas pequeñas con latas (figura 2.37); utilizar materiales metálicos de desecho para hacer adornos y juguetes; también podemos reusar las botellas y envases de vidrio.



**Figura 2.35** Para desechar baterías, tanto recargables como no recargables, se recomienda depositarlas en botellas de plástico y cuando estén llenas entregarlas a los recolectores de basura o buscar un centro de acopio especializado. Es preferible utilizar pilas recargables, las cuales tienen un periodo de vida mayor y no contaminan tanto al dejar de servir.

#### TE RECOMENDAMOS...

visitar <http://edutics.com.mx/4yH>, donde puedes encontrar información sobre centros de acopio de pilas, ya que los metales que contienen pueden pasar al suelo, filtrarse a las aguas subterráneas y llegar a ríos, lagos, pozos y el mar (consulta: 01 de junio de 2016).



**Figura 2.36** El reciclado del aluminio reduce hasta en 95% la contaminación y la energía eléctrica utilizada (es más barato fundirlo que obtenerlo desde el mineral del que procede).

### Reciclado

Los metales se extraen de minas mediante procesos químicos y físicos que son costosos y afectan mucho al medio ambiente. Por ello el reciclado de chatarra se ha convertido en una labor determinante para disminuir dicho daño (figura 2.38). En lugar de dejar que las varillas de las construcciones se corroan y sean inservibles, pueden reciclarse de manera conveniente.

El **reciclado** es el proceso que deben recibir los materiales para ser utilizados nuevamente como materias primas en otros procesos de fabricación. Los metales poseen la ventaja de que son intrínsecamente reciclables (pueden fundirse, moldearse y reutilizarse casi infinitamente), por lo tanto, pueden utilizarse una y otra vez sin perder sus propiedades. Así se ahorra energía y se minimizan los impactos ambientales, en contraste con los procesos de extracción. Un ejemplo de reciclaje de un metal es el aluminio empleado en las latas de bebidas. Aprovechando las propiedades de este metal, las latas se pueden volver a fundir y formar nuevos objetos con este material.

La maleabilidad y la ductilidad de los metales son propiedades mecánicas que nos permiten darles ciertos usos. El brillo, la conductividad térmica y la eléctrica, junto con otras propiedades, como el magnetismo (en algunos metales) y el comportamiento químico, son propiedades que llamamos **avanzadas** y nos permiten dar a los metales usos más sofisticados. Aunque actualmente hay muchos otros **materiales avanzados**, como los semiconductores que se utilizan en los chips, los metales siguen siendo muy importantes para nosotros.

Como hemos visto, la utilidad de los metales es muy diversa. Sin embargo, su extracción y desecho pueden afectar al medio ambiente, por lo que es importante reciclar, reducir, reusar y rechazarlos de manera adecuada.

### ¡Aplica!

Identificarás productos elaborados con metales y promoverás su reciclaje, reúso, reducción o rechazo.

- Con lo expuesto en esta secuencia realiza lo que se te pide.
  - Identifica y escribe una lista de, al menos, diez productos de uso común en tu localidad que estén elaborados con diferentes metales.
  - Asocia a cada uno de esos productos el uso que le damos.
  - ¿Qué propiedad del metal es la responsable del uso que le damos?
  - Describe qué se hace con cada producto al terminar su vida útil y comenta si es posible reciclar, reducir, reusar y rechazar ese material y de qué manera lo harías.
- Con tus compañeros, hagan un "censo de residuos" enfocándose en los metales. Identifiquen de qué metales se trata, y considerando lo que han aprendido, propongan alternativas de destino para ellos.
- Una batería de coche tiene alrededor de 12 kg de plomo. Si éste se disolviera, ¿cuánta agua podría contaminar? Considera el límite establecido por la NOM-001-ECOL-1996 que aparece en la tabla 1.17 de la página 55. ◀



**Figura 2.37** Portaplumas hechos con latas usadas.



**Figura 2.38** Depósito de chatarra. Al reciclar los residuos metálicos de desecho, se reduce la contaminación del agua, aire y los desechos de la minería en casi 70%.

#### TE RECOMENDAMOS...

que descargues el documento de Cortinas, C, Bases para integrar planes de manejo de pilas y baterías eléctricas a base de mercurio o de níquel-cadmio, en <http://edutics.com.mx/4yj> (consulta: 01 de junio de 2016). Para que conozcas especificaciones para el tratamiento de algunos materiales, como los metales contenidos en baterías.



## Segunda revolución de la química

Algunas fotografías tomadas en momentos especiales pasan a la historia por documentar hechos insólitos, históricamente relevantes. Observa, con atención, la imagen 2.39, tomada el 6 de mayo de 1937 en Nueva Jersey, E.U.A., que muestra cuando el dirigible Hindenburg (calificado como una muestra de la gloria del Tercer Reich) se incendió al aterrizar, ocasionando la muerte de 36 personas. El accidente fue cubierto por los medios de la época y marcó el fin de los dirigibles como medio de transporte; además ocasionó una vergüenza para Hitler.

El gas que contenía el dirigible era hidrógeno, el cual es altamente inflamable. Esta propiedad del hidrógeno ya era conocida desde mucho tiempo atrás, hasta antes de la tragedia del Hindenburg, y aun así, se utilizaba para dar flotabilidad a los dirigibles. ¿Por qué se utilizaba hidrógeno para hacer flotar a los dirigibles en vez de otros gases, a pesar de los riesgos que esto implicaba? ¿Por qué algunos objetos llenos de gas flotan en el aire y otros no? ¿Qué gases se utilizan actualmente para hacer flotar objetos en el aire?

### Masa molar, masa molecular y masa atómica

La evolución del modelo atómico significó una enorme revolución en nuestra manera de entender el mundo y transformó la forma de producir diversos materiales, ya que antes de entender la estructura de la materia se recurría a explicaciones mágicas y a rituales para obtener materiales como bronce y acero. Pensar el mundo en términos de átomos cambió lo anterior de manera irreversible.

En tu curso de Ciencias 1 aprendiste que el oxígeno forma parte del aire y que participa en los procesos de la respiración y la fotosíntesis. Además, comparte algunas características con el hidrógeno: ambos son gases diatómicos, incoloros, inodoros e insípidos. Ya revisaste que la diferencia entre los átomos de los distintos elementos es su número atómico, es decir, la cantidad de protones en su núcleo, pero ¿qué pasa con la masa, que, según Dalton, era lo que diferenciaba a los elementos?

El primero que empezó a buscar pistas en este sentido fue el químico Amadeo Avogadro (1776-1856) (figura 2.40). Él revisó diferentes reacciones entre gases y propuso la siguiente hipótesis basándose en el volumen de gases que participaban en algunas reacciones químicas:

*Volúmenes iguales de gases diferentes, medidos en las mismas condiciones de presión y temperatura, contienen el mismo número de partículas.*

¿Cómo era posible que volúmenes iguales tuvieran la misma cantidad de partículas? Trabajando con reacciones químicas de gases, Avogadro encontró algo que llamó volúmenes de combinación, para ello medía los volúmenes de gases que participaban en reacciones químicas y los volúmenes de los productos que se formaban.



Figura 2.39 La tragedia del Hindenburg, en 1937.



Figura 2.40 El científico italiano Amadeo Avogadro consideró que las partículas de algunos elementos en estado de gas estaban formadas por dos átomos, y las llamó "moléculas".

#### GLOSARIO

**Diatómico.** Gas cuyas moléculas están formadas por dos átomos del mismo elemento, como  $N_2$ ,  $Cl_2$ ,  $O_2$  o  $H_2$ .

Por ejemplo, para la síntesis de cloruro de hidrógeno, a partir de cloro e hidrógeno, siempre era necesario un volumen de cada gas y siempre se obtenía un volumen de cloruro de hidrógeno. Él pensó que la explicación de los volúmenes de combinación podía hacerse pensando en partículas, así, la síntesis del cloruro de hidrógeno  $HCl(g)$  implicaba que la cantidad de partículas de hidrógeno presentes en un contenedor (por ejemplo, 5 litros), tenía que ser la misma cantidad de partículas de cloro contenidas en un recipiente de 5 litros, de manera que al reacomodarse las partículas para formar el cloruro de hidrógeno, no habría sobrantes de ninguno de los dos gases. Él consideró que los volúmenes de combinación no podían ser ciertos si no es que contenían un número definido de partículas a las mismas condiciones de presión y temperatura. En 1912, se determinó que el número de partículas a las que se refería Avogadro, considerando 1 mol, es  $6.022 \times 10^{23}$ . Este número expresa la cantidad de materia en relación con el número de partículas, y se conoce como mol. De acuerdo con esto, cada una de las muestras de la tabla 2.2 de la página siguiente tiene la misma cantidad de partículas, 1 mol.

Esta cantidad (mol) permite comparar de manera rápida las partículas de diferentes sustancias, a pesar de que las masas de partículas de diferentes sustancias, no son iguales, por ejemplo, una pelota de esponja no "pesa" lo mismo que una canica, pero es posible saber —si conocemos la masa de una pelota de esponja y de una canica— cuántas pelotas de esponja hay que pesar para tener la misma cantidad de canicas. Algo similar se hace en química, sólo que no hablamos de canicas, sino de moléculas (figura 2.41). Al ser las moléculas y los átomos sumamente pequeños, necesitamos una manera sencilla de poder contarlos.

### El orden en la diversidad de las sustancias: aportaciones del trabajo de Cannizzaro

Con esta idea en mente, se podía pensar en conocer la masa de átomos y moléculas (figura 2.42). Para analizar la composición en masa de los elementos que constituyen a algunos gases, en 1858 el químico italiano Stanislao Cannizzaro (1826-1910) hizo lo siguiente: en un recipiente de 22.4 litros de capacidad introdujo, una a una, diversas sustancias en estado gaseoso y midió su masa, encontrando que el mismo volumen de diferentes gases tenía diferente masa (figura 2.43).

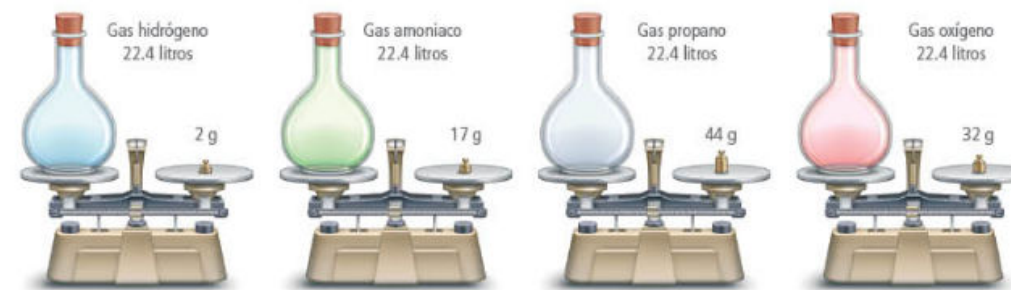


Figura 2.43 Experimento de Cannizzaro.

#### Recuerda que...

Al número de partículas que contiene un mol ( $6.022 \times 10^{23}$ ) se le conoce como "número de Avogadro", pero en realidad él nunca pensó en este número ni en determinarlo. En otros lugares se le conoce como número de Loschmidt. ¡Anímate a saber qué hizo!



Figura 2.41 Aunque en la figura hay sustancias distintas (azufre, sal, azúcar, y carbón), cada una tiene el mismo número de partículas.



Figura 2.42 El análisis químico elemental informa acerca del contenido total de elementos y sustancias, tanto sólidas como líquidas. Tiene aplicaciones en muy diversas áreas, como el cuidado de la salud.

Después realizó el análisis químico elemental para determinar la masa de hidrógeno, nitrógeno, carbono y oxígeno presentes en cada uno de los gases. Se obtuvieron los siguientes resultados:

Nombre de la sustancia	Masa muestra (g)	Masa hidrógeno (g)	Masa carbono (g)	Masa nitrógeno (g)	Masa oxígeno (g)
Ácido cianhídrico	27	1	12	14	—
Monóxido de carbono	28	—	12	—	16
Gas hidrógeno	2	2	—	—	—
Gas oxígeno	32	—	—	—	32
Dióxido de carbono	44	—	12	—	32
Amoníaco	17	3	—	14	—
Gas nitrógeno	28	—	—	28	—
Acetileno	26	2	24	—	—
Propano	44	8	36	—	—

El valor de la masa de 22.4 litros de un gas a 0 °C y una atmósfera de presión es una propiedad característica de cada sustancia y recibe el nombre de **masa molar**, debido a que corresponde a un mol de partículas. Sus unidades son g/mol.

Para referirnos a la masa de una molécula (**masa molecular**) utilizamos una unidad llamada uma (unidad de masa atómica). Una uma equivale a  $1 \text{ g} / 6.022 \times 10^{23}$ . De este modo se logra que la masa molar y la masa molecular tengan el mismo valor, lo que cambia son las unidades. Por ejemplo, la masa molar del hidrógeno diatómico ( $\text{H}_2$ ) es 2 g/mol, mientras que su masa molecular es 2 uma. La molécula de hidrógeno es la molécula más ligera que existe. Su masa es aproximadamente 15 veces menor que la masa molecular promedio del aire. Por ello los globos con gas hidrógeno son menos densos que el aire, y por eso flotan (figura 2.44).

La **masa atómica** es la masa de un átomo de determinado elemento y, al igual que la masa molecular, se expresa en uma.



### Masa molar y masa molecular

Harás cálculos sencillos para familiarizarte con los conceptos desarrollados.

Con la información que se proporciona en la tabla 2.2, contesta:

1. ¿Cuál es la masa molar de las sustancias? Incluye las unidades correspondientes en tu respuesta.
2. ¿Cuál es la masa molecular de las sustancias? Incluye las unidades correspondientes en tu respuesta. ◀

Recuerda que...  
La constante de Avogadro expresa la cantidad de materia en relación con el número de partículas, y se conoce como mol. El mol de una sustancia tiene  $6.022 \times 10^{23}$  partículas.

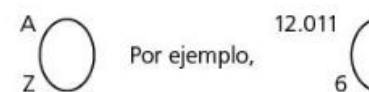


**Figura 2.44** Actualmente, llenamos globos con helio para hacer que floten en el aire. El helio es un gas monoatómico ligero (su masa molar es 4 g/mol) que, además, tiene la ventaja de ser inerte.

Como vimos, la masa molar y la masa molecular tienen el mismo valor, pero diferentes unidades, por lo que algunos ejemplos de la tabla 2.2 se pueden expresar como se muestra en la tabla 2.3:

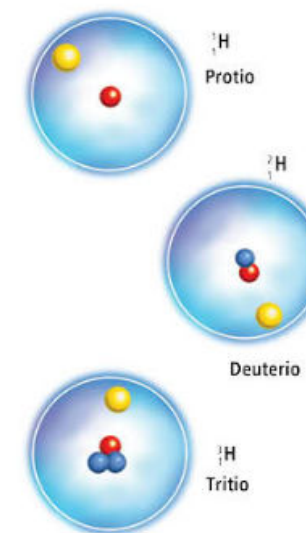
Nombre De la sustancia	Masa molecular (uma)	Masa de hidrógeno en la molécula (uma)	Masa de carbono en la molécula (uma)	Masa de nitrógeno en la molécula (uma)	Masa de oxígeno en la molécula (uma)
Ácido cianhídrico	27	1	12	14	—
Gas hidrógeno	2	2	—	—	—
Gas oxígeno	32	—	—	—	32
Dióxido de carbono	44	—	12	—	32
Amoníaco	17	3	—	14	—

La masa de cada elemento, en las distintas moléculas, es diferente porque cada una tiene diferente número de átomos de ese elemento. Podemos decir, por ejemplo, que el amoníaco tiene el triple de átomos de hidrógeno que el ácido cianhídrico. Como la masa de cada elemento en las distintas sustancias es un múltiplo del menor valor (1 para hidrógeno, 12 para carbono, 14 para nitrógeno y 16 para oxígeno) podemos deducir que este valor corresponde a la masa de un solo átomo, es decir, su masa atómica. En los símbolos químicos la masa atómica (A) se pone como superíndice antes del símbolo químico del elemento, mientras que el número atómico (Z) se pone como subíndice:



La masa atómica está dada por la suma de la cantidad de protones y neutrones en el núcleo atómico, ya que la masa de los electrones es muy pequeña como para contribuir significativamente a la masa del átomo. Como hemos dicho, todos los átomos de un elemento tienen el mismo número de protones en su núcleo, sin embargo, el número de neutrones puede variar. Por ejemplo: la mayoría de los átomos de hidrógeno constan de un protón y no tienen neutrones, por lo que la masa atómica es 1 uma. El 0.01% de los átomos de hidrógeno tienen en su núcleo un protón y un neutrón, por lo que su masa atómica es 2 uma.

Una fracción muy pequeña ( $10^{-15}\%$ ) tiene un protón y dos neutrones. Su masa atómica es 3 uma. A las diferentes versiones de átomos de un elemento les llamamos **isótopos**. El hidrógeno tiene tres isótopos: protio ( $A = 1$  uma), deuterio ( $A = 2$  uma) y tritio ( $A = 3$  uma) (figura 2.45). Entonces, ¿cuál es la masa atómica del hidrógeno? Como en la naturaleza los átomos de protio, deuterio y tritio están mezclados, lo que hacemos es tomar el promedio ponderado de la masa de sus isótopos. A este valor le llamamos **peso atómico**.



**Figura 2.45** Isótopos de hidrógeno.

Es común referirnos al peso atómico también como masa atómica, aunque es formalmente incorrecto. Esto se debe a que en muchos casos un isótopo tiene una abundancia tan alta que su masa atómica es prácticamente igual al peso atómico del mismo. La masa atómica del protio (isótopo más abundante del hidrógeno) es 1 uma, y el peso atómico del hidrógeno es 1.0079 uma.

El peso atómico es un concepto muy importante en la química porque es una característica particular de cada elemento. Con este valor es posible obtener la masa molecular de una sustancia a partir de su fórmula. Para ello se multiplica el número de átomos de cada elemento por su peso atómico. Entonces, para el monóxido de carbono (CO) tenemos:

$$\begin{aligned} \text{C:} & 1 \times 12 \text{ uma} = 12 \text{ uma} \\ \text{O:} & 1 \times 16 \text{ uma} = 16 \text{ uma} \\ & \qquad \qquad \qquad 28 \text{ uma} \end{aligned}$$



### Deducción de fórmulas

#### Calcularás masas moleculares y molares para deducir fórmulas.

Con la información que se proporciona en el texto contesta:

1. ¿Cuál es la masa molar del monóxido de carbono?
2. Calcula las masas molecular y molar de la glucosa ( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ).
3. Utiliza la siguiente información sobre masas atómicas  $^1\text{H}$ ,  $^{12}\text{C}$ ,  $^{14}\text{N}$  y  $^{16}\text{O}$  para contestar lo que se te pide:
  - a) ¿Cuántos átomos de hidrógeno, carbono, nitrógeno y oxígeno tiene una molécula de ácido cianhídrico según la información de la tabla 2.3?
  - b) Escribe la fórmula del ácido cianhídrico.
  - c) Utiliza el mismo procedimiento para deducir la fórmula de los demás compuestos de la tabla 2.3. ◀

### Análisis y sistematización

Cannizzaro utilizó las ideas de Avogadro para obtener varias masas atómicas. Con base en los resultados que obtuvo, publicó un trabajo en el que explicaba claramente cómo distinguir los elementos por medio de la masa atómica, y estableció un procedimiento sistemático para saber de qué elementos está formado un compuesto, así como la cantidad de cada uno de ellos.

Los experimentos que realizó Cannizzaro y la manera en que analizó sus resultados para calcular las masas moleculares y atómicas son semejantes a lo que vimos en la sección anterior. Tanto los experimentos como el sistema que diseñó para analizar sus resultados fueron determinantes para dar mayor alcance y credibilidad a su trabajo. Cannizzaro presentó, casi por la fuerza, el trabajo de Avogadro —que había sido prácticamente ignorado— en el Primer Congreso Internacional de Química, en 1860 en Karlsruhe, Alemania.

#### TE RECOMENDAMOS...

Leer el artículo de: Cid, R., "El Congreso de Karlsruhe: Paso definitivo hacia la química moderna", en *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*. 6(3), 2009, disponible en: <http://edutics.mx/jex> (consulta: 01 de junio de 2016).

#### Recuerda que...

En el Bloque 1 viste que Dalton retomó la idea de elemento, aunque en realidad no pensó que fuera real. Cannizzaro, en cambio, fue un defensor de la teoría atómica, pensando que los átomos realmente existían.

#### TE RECOMENDAMOS...

visitar la siguiente dirección electrónica, en la cual encontrarás un software que te ayudará a realizar los cálculos de masas molares y moleculares: <http://edutics.mx/JeY> (consulta: 01 de junio de 2016).

En Karlsruhe mostró que el principio de Avogadro podía utilizarse no sólo para determinar las masas moleculares, sino que a partir de ellas se pueden calcular las masas atómicas.

A partir de entonces, los conceptos de compuesto, elemento y molécula fueron más claros, a pesar de que un número importante de asistentes no estaban convencidos del trabajo de Cannizzaro, porque se basaba únicamente en experimentos. En ese congreso se reunieron los químicos más importantes de Europa y también asistió uno mexicano, **Luis Posselt** (1817-1880). Así se marcó el comienzo de la llamada *segunda revolución de la química*.

Explicamos esto con más detalle. Hasta antes del Congreso de Karlsruhe, los químicos tenían varios problemas: los pesos atómicos tenían diferentes valores, las fórmulas químicas se escribían según la costumbre de la región (si es que existían) y las sustancias tenían nombres diferentes. El congreso fue la oportunidad para aclarar las cosas, llegar a acuerdos y fijar reglas mínimas para que los químicos, en cualquier parte del mundo, se pusieran de acuerdo. Ésta es una característica muy importante de la ciencia: la búsqueda de la construcción de códigos, símbolos y un lenguaje que permitan que todos sepan de qué se habla, en este caso, en relación con la química.

Por ejemplo, a los elementos se les nombraba y describía de diferente manera en diferentes regiones. El oro, por citar un caso, recibía nombres como *gold* (inglés), *gelp* (alemán) y *zelts* (checo), lo que complicaba entender lo que se hacía con respecto a la química en distintos países, había que pensar en una manera en la que todos comprendieran de qué se estaba hablando, y así se pensó en símbolos para representar elementos y sus compuestos. El primer intento por asignar símbolos a los elementos químicos fue hecho por John Dalton, quien en su obra *Nuevo sistema para la filosofía química* (1808) estableció símbolos arbitrarios para representar los elementos conocidos hasta esa fecha (figura 2.46). Fue muy importante para poder escribir e interpretar fórmulas químicas.

Años más tarde, Jöns Jacob Berzelius (1779-1848) propuso sistematizar los símbolos químicos, definiéndolos con la abreviatura de su nombre en latín, escribiendo la primera letra en mayúscula y añadiendo, de ser necesario, la segunda letra en minúscula. Fue tal el éxito de la propuesta de Berzelius (debido en parte a que en ese entonces la mayoría de los químicos sabían latín, lo que hacía fácil comprender la abreviatura), que aún se utiliza, con algunas modificaciones.

Los símbolos para los elementos que utilizaste en las actividades anteriores son: hidrógeno (H), carbono (C), nitrógeno (N) y oxígeno (O). Más adelante identificarás muchos otros de los elementos conocidos a la fecha.



Figura 2.46 John Dalton representó a los elementos mediante símbolos. Aunque complejo, su sistema fue el primer intento de representación.

## El orden en la diversidad de las sustancias: aportaciones del trabajo de Mendeleiev

Para 1830 ya se conocían 56 elementos y se comenzaron a hacer intentos para organizarlos. Uno de los primeros en hacerlo fue el alemán Johan Döbereiner (1780-1849) (figura 2.47, arriba) que, analizando las masas atómicas que se habían calculado para los elementos conocidos, observó que las de algunos elementos parecían tener relación, si se les agrupaban de tres en tres, a estos grupos los llamó **triadas**. En las triadas, la masa atómica del elemento intermedio era el promedio de la masa atómica del más ligero y el más pesado, y lo mismo podía decirse de otras propiedades, como el punto de fusión y la capacidad calorífica, entre otras. Además, encontró entre ellos un cambio gradual de propiedades.

Alrededor de 1860, el químico inglés John Newlands (1837-1898) (figura 2.47, abajo) ordenó los 62 elementos conocidos de acuerdo con sus masas atómicas en orden creciente. Tomando en cuenta sus propiedades químicas, los acomodó en siete columnas o grupos, en los que los elementos con propiedades parecidas debían quedar en el mismo grupo. Newlands notó que las propiedades de los elementos se repetían cada siete, con lo que denominó a esta clasificación: **Ley de las Octavas** (por relacionar la repetición de las propiedades de los elementos con las notas musicales). Lamentablemente, para Newlands, esta propuesta de orden resultó en más burlas que halagos, y también es lamentable porque no necesariamente se estaría emparentando el mundo de la música con el mundo químico, pero la existencia de octavas podría ser el preludio del octeto de Lewis.

Además de los anteriores, el geólogo Alexandre-Émile Béguyer de Chancourtois (1820-1886) hizo una recopilación de los elementos que se tenían registrados y con ellos elaboró una representación tridimensional: el tornillo telúrico (figura 2.48).

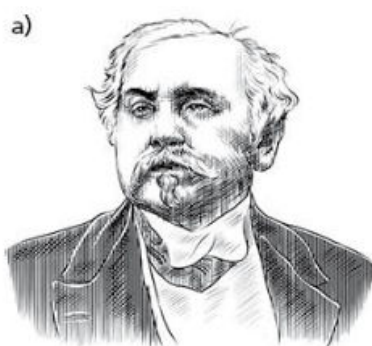


Figura 2.48 Alexandre-Émile Béguyer de Chancourtois (a) y su representación tridimensional del Tornillo telúrico (b).

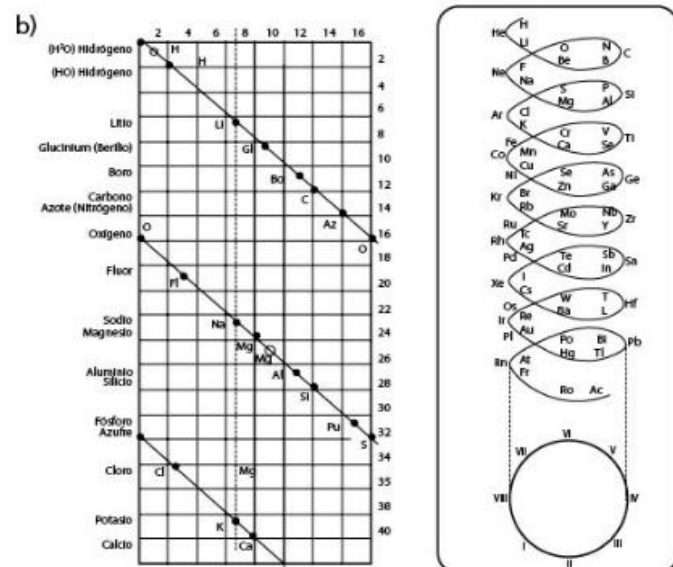


Figura 2.47 Johan Döbereiner (arriba) y John Newlands (abajo).

Con estos antecedentes, el ruso Dimitri Ivanovich Mendeleiev (1834-1907) (figura 2.49) consideró las características químicas de los elementos, su capacidad de combinación (la cantidad de átomos que se unen para formar compuestos), además de las masas atómicas, para clasificar los elementos.

La proporción en que dos elementos se combinan se refiere a cuántos átomos de cada uno de ellos hay en su fórmula. Por ejemplo, el sodio y el oxígeno forman óxido de sodio ( $\text{Na}_2\text{O}$ ): la proporción es 2:1.

El carbono forma los siguientes compuestos:  $\text{CO}_2$  y  $\text{CH}_4$ , por lo que la proporción en la que se combina con oxígeno es 1:2 y con hidrógeno es 1:4. Las siguientes tablas presentan la capacidad de combinación con hidrógeno y oxígeno de algunos de los elementos conocidos en aquella época.

Para clasificar a los elementos, se acomodaron por su capacidad para combinarse con el oxígeno y con el hidrógeno, y se colocaron en ocho columnas, de modo que su masa aumenta hacia la derecha. Estas clasificaciones se muestran en las tablas 2.4 y 2.5, respectivamente.

Tabla 2.4 Clasificación de los elementos por su capacidad de combinación con oxígeno

Proporción 2:1	Proporción 1:1	Proporción 2:3	Proporción 1:2	Proporción 2:5	Proporción 1:3	Proporción 2:7	Sin clasificar por su combinación con el oxígeno
$^1\text{H}$	$^9\text{Be}$	$^{11}\text{B}$	$^{12}\text{C}$	$^{14}\text{N}$	$^{32}\text{S}$	$^{35}\text{Cl}$	$^4\text{He}$ , $^{16}\text{O}$ , $^{19}\text{F}$ , $^{20}\text{Ne}$
$^7\text{Li}$	$^{24}\text{Mg}$	$^{27}\text{Al}$	$^{28}\text{Si}$	$^{31}\text{P}$			
$^{23}\text{Na}$							

Tabla 2.5 Clasificación de los elementos por su capacidad de combinación con hidrógeno

Proporción 1:3	Proporción 1:4	Proporción 1:2	Proporción 1:1	Sin clasificar por su combinación con el hidrógeno
$^{11}\text{B}$ , $^{14}\text{N}$	$^{12}\text{C}$	$^9\text{Be}$	$^7\text{Li}$	$^1\text{H}$ , $^4\text{He}$ , $^{20}\text{Ne}$ ,
$^{31}\text{P}$	$^{28}\text{Si}$	$^{16}\text{O}$	$^{19}\text{F}$	$^{23}\text{Na}$ , $^{24}\text{Mg}$ , $^{27}\text{Al}$

En 1868, Mendeleiev describió la integración de ambas clasificaciones en una sola tabla: la tabla periódica de los elementos (tabla 2.6), además de que predijo la existencia de varios elementos (figura 2.50), como se explica más adelante. La tabla periódica actual, que tiene su base en la de Mendeleiev, es una herramienta muy útil para los químicos por la información que contiene y es el ícono de las ciencias en general; ninguna figura representa tan bien los logros de una ciencia (descripción, predicción y explicación) como la tabla periódica. Ha sido modificada para ajustarse a los descubrimientos posteriores de la estructura atómica e incluye información sobre las propiedades físicas y químicas de los elementos, también aloja a los nuevos elementos que se descubren.



Figura 2.49 Mendeleiev ordenó los elementos en función de su masa atómica.



Figura 2.50 Con su clasificación, Mendeleiev pudo predecir la existencia de varios elementos, como el germanio.

Tabla 2.6 Tabla periódica de los elementos de Mendeleiev

	Grupo I	Grupo II	Grupo III	Grupo IV	Grupo V	Grupo VI	Grupo VII	Grupo VIII
Periodo 1	H = 1*							
Periodo 2	Li = 7	Be = 9	B = 11	C = 12	N = 14	O = 16	F = 19	
Periodo 3	Na = 23	Mg = 24	Al = 27	Si = 28	P = 31	S = 32	Cl = 35	
Periodo 4	K = 39	Ca = 40	? = 44	Ti = 48	V = 51	Cr = 52	Mn = 55	Fe = 58, Co = 59, Ni = 59, Cu = 63
Periodo 5	Cu = 63	Zn = 65	? = 68	? = 72	As = 75	Se = 78	Br = 80	
Periodo 6	Rb = 85	Sr = 87	Y = 88	Zr = 90	Nb = 94	Mo = 96		Ru = 104, Rh = 104, Pd = 104, Ag = 108
Periodo 7	Ag = 108	Cd = 112	In = 113	Sn = 118	Sb = 122	Te = 128	I = 127	
Periodo 8	Cs = 133	Ba = 137			Ta? = 182	W? = 184		Os = 199, Ir = 198, Pt = 197, Au = 197
Periodo 9	Au = 197	Hg = 200	Tl = 204	Pb = 207	Bi = 208			
Periodo 10	R <sub>2</sub> O	R <sub>2</sub> O <sub>2</sub> , RO	R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	R <sub>2</sub> O <sub>4</sub> , RO <sub>2</sub>	R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	R <sub>2</sub> O <sub>6</sub> , RO <sub>3</sub>	R <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	R <sub>2</sub> O <sub>8</sub> , RO <sub>4</sub>

Esta aportación fue decisiva y dio gran impulso a la química al organizar y sistematizar estos conocimientos. Era imposible que Mendeleiev o cualquier otro científico desarrollara en ese momento una tabla periódica como la conocemos hoy, basada en números atómicos en vez de masas atómicas, ya que en su época el modelo atómico no contemplaba las partículas subatómicas, además de que la única característica que se atribuía a los átomos era su masa (figura 2.51).

El sistema de organización de Mendeleiev fue muy útil en su momento y sin él no hubiera sido posible desarrollar la tabla periódica actual. La segunda revolución de la química se estableció definitivamente con la tabla de Mendeleiev.

En ella había algunos espacios vacíos, pues al ordenar los elementos registrados, el científico notó un “vacío” si consideraba la masa y la capacidad de combinación que debería tener un elemento; y supuso, que esos elementos aún no se habían aislado, por lo que dejó celdas en blanco. Por ejemplo, entre el calcio (Ca), de masa atómica 40, y el titanio (Ti), de masa atómica 48, él supuso que existía un elemento con masa atómica 44 y propiedades similares a las del boro y el aluminio. En 1879 se descubrió el escandio, metal que tiene masa atómica 44 y se combina con el oxígeno en una proporción de 2:3, al igual que el boro y el aluminio.

Gracias a los trabajos de Avogadro y Cannizzaro se incorporó a la química el concepto de masa atómica. Hemos visto que aunque ésta no es lo que define a los elementos, como afirmaba Dalton, sí es una característica muy importante de ellos. Es, entre otros, un factor muy importante en la densidad de los materiales, por lo que algunos gases ligeros, como el hidrógeno y el helio, se han utilizado para hacer flotar objetos en el aire. Ahora sabemos que aunque el metano (CH<sub>4</sub>) es un gas más ligero que el aire, no se utiliza para hacer flotar objetos, ya que es tóxico e inflamable.



Figura 2.51 Por su masa atómica, el mercurio es un líquido muy denso.

## TE RECOMENDAMOS...

consultar el documento de: Martínez, J. R. La tabla periódica (Los elementos y la estructura atómica), en <http://edutics.mx/Jeg> (consulta: 01 de junio de 2016).

Gracias a que Cannizzaro presentó los resultados de su investigación en un congreso, al que también asistió Mendeleiev, éste pudo utilizar sus ideas y las de otros colegas para desarrollar el trabajo por el que ahora es recordado como el *Padre de la periodicidad química*. El hecho de que Mendeleiev conociera el trabajo de sus colegas es ejemplo de que la ciencia es una actividad colectiva, que se construye con la participación y el trabajo de personas en diferentes partes del mundo.

Actualmente, se desarrollan en el mundo alrededor de 2 500 congresos científicos al año, sin embargo, algunos de los principales medios de comunicación entre científicos son las revistas especializadas y las de divulgación científica, como *Nature* y *Science*, que son reconocidas por socializar, de un modo riguroso, los resultados de investigaciones entre personas que trabajan en distintas áreas científicas.

Otra forma de socializar el conocimiento, para hacerlo llegar a personas que no son expertas, son las revistas de divulgación, que hacen accesible el conocimiento científico a públicos distintos. La divulgación científica también se hace a través de pláticas, libros, documentales, portales electrónicos, blogs, convenciones, teatro y radio, entre otros medios, para dar a conocer los descubrimientos científicos del momento, explicar fenómenos ya conocidos y fomentar una cultura científica.

### ¡Aplica!

Reflexionarán sobre la importancia de los mecanismos de comunicación de la ciencia.

- Accedan a la página electrónica de la revista de divulgación científica *¿Cómo ves?* (<http://www.comoves.unam.mx/>) y seleccionen índice temático y después, Química. Elijan uno de los artículos que aparecen ahí y léanlo. En grupo, debatan sobre lo siguiente:
  - ¿Les interesó el artículo? ¿Por qué? ¿Cuál es la idea principal?
  - ¿Sólo a los expertos les debe interesar ese tipo de conocimiento?
  - ¿Les gustaría leer otros artículos o blogs sobre el tema?
  - Con revistas como ésta, ¿habrá más personas que se interesen por la ciencia? Justifiquen su respuesta.
- La divulgación científica es una forma de mostrar que la ciencia es una actividad humana, colectiva y que es desarrollada por hombres y mujeres en todo el mundo. Con base en el artículo que leyeron, identifiquen:
  - El cómo, el cuándo, dónde y para qué.
  - Si el artículo muestra que la ciencia es trabajo de hombres y mujeres.
- Expliquen, con sus propias palabras, por qué el Congreso de Karlsruhe tuvo tal importancia en la historia de la química, e investiguen si actualmente existen eventos de este tipo en otros campos científicos.
- Expliquen qué consecuencias tendría que los principales avances en la ciencia no fueran comunicados a otros científicos y, en general, a todas las personas. ◀



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

De las sustancias históricamente más codiciadas son el oro y los diamantes. Su comercio y producción son actividades económicamente muy importantes en algunos países. A menudo su posesión y explotación son temas de libros, películas y leyendas populares. ¿Quién no conoce historias de tesoros de piratas o de ollas de oro enterradas? La historia de ciertos rituales indígenas que hacían alusión a grandes cantidades de oro, dio origen a la leyenda de *El Dorado*, un imperio americano precolombino con una ciudad completamente hecha de oro (figura 2.52). Muchos expedicionarios españoles dedicaron sus vidas a la búsqueda de esta ciudad en Sudamérica y Mesoamérica.



Figura 2.52 La balsa muisca, hallada en el municipio de Pasca, Colombia. Es una figura de oro elaborada entre los años 600 y 1600. Algunas historias del pueblo de los muiscas fueron el origen de la leyenda de El Dorado.

En México, es muy abundante otro metal un poco menos valorado: la plata, y es tan abundante que hay quien piensa que sería muy benéfico para nosotros implementar la moneda de plata como moneda de uso corriente. El oro y la plata son metales, y aunque el diamante no lo es, tiene algo en común con ellos: es una **sustancia elemental**. Además de las propiedades que los hacen atractivos, estos tres materiales se encuentran dentro de los pocos que podemos encontrar sin combinar en la naturaleza (aunque pueden formar mezclas con otros materiales), sin embargo, su cantidad no es tan grande como la de otros elementos y esto también aumenta su valor. ¿Cuáles son las propiedades químicas de los metales? ¿En qué son diferentes los metales de los no metales? ¿La clasificación entre “metal” o “no metal” sirve para todos los elementos?

### La tabla periódica moderna

Anteriormente hablamos de que la construcción de un **sistema periódico de clasificación de los elementos** resultó fundamental para la química. Esta primera clasificación ha evolucionado para incorporar más información. Por ejemplo, el número atómico es el criterio básico para ordenar los elementos, éstos se acomodan en filas llamadas **periodos**, que se enumeran del 1 al 7, y en columnas, que se denominan **familias** o **grupos**, que se enumeran del 1 al 18.

A continuación, se presenta una versión de la tabla periódica con número atómico, masa atómica, valencia, densidad, nombre y símbolo de los elementos químicos (figura 2.53).



Figura 2.53 Tabla periódica de los elementos.



Todos los elementos de un mismo periodo tienen sus últimos electrones en el mismo nivel energético, según el modelo atómico de Bohr, mientras que los elementos de una familia comparten propiedades físicas y químicas, como veremos más adelante.

Ahora sabes que se han propuesto diferentes modelos de átomo y lo que explica cada uno de ellos... sin embargo, dejaron cosas pendientes de explicar.

Revisa tu tabla periódica (figura 2.53), verás que hay un periodo (fila) con dos elementos, los siguientes cuatro periodos tienen 8 elementos, y los siguientes 2 periodos tienen 18 elementos, ¿tiene esto algo que ver con los átomos? La respuesta vino de la mano de un nuevo enfoque de la ciencia sobre el mundo de lo muy pequeño (en la escala de átomos y moléculas) que resultó en un nuevo modelo de átomo: el **modelo cuántico**. En él, más que órbitas de Bohr, se tienen zonas del espacio donde es más probable encontrar los electrones. A estas zonas se les conoce como Región Espacio Energética de Manifestación Probabilística Electrónica (REEMPE) o como **orbitales**, y tienen las formas más interesantes que te puedas imaginar (figura 2.54).

Cada grupo de elementos tiene su último electrón en determinados orbitales, por ejemplo, el sodio, el potasio y el litio tienen su último electrón en un orbital tipo *s*, mientras que los elementos como el carbono, el silicio y el germanio tienen su último electrón en orbitales tipo *p*.

Las familias 1 y 2 forman lo que se conoce como **bloque s**, de la familia 3 a la 12 forman el **bloque d**, de la 13 a la 18 el **bloque p**. En la parte inferior de la tabla se coloca el **bloque f**, dos hileras de 14 elementos cada una, correspondientes a los periodos 6 y 7.

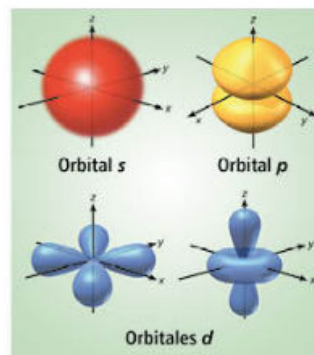


Figura 2.54 Gráficas de algunos orbitales atómicos.



### Introducción a la tabla periódica de los elementos

Te familiarizarás con la información que contiene la tabla periódica y su uso.

1. Ubica en la tabla periódica los siguientes elementos: litio (Li), sodio (Na), potasio (K), carbono (C), nitrógeno (N) y oxígeno (O) y con las definiciones de familia y periodo contesta:
  - a) ¿En qué bloque y en qué familia se encuentran el litio, el sodio y el potasio? ¿Qué tienen en común estos elementos, además de la familia?
  - b) ¿A qué periodo pertenecen (Li), (K), (C), (N) y (O)? ¿En qué capa tienen sus últimos electrones? ◀

Los elementos tienen características diferentes, algunos se denominan no metales y aparecen en morado. Entre ellos, algunos elementos tienen características intermedias, por lo que se les llama metaloides (anaranjado). Finalmente, la familia 18, que aparece en color azul, se caracteriza por ser inerte, es decir que no forma compuestos y forma gases **monoatómicos**: se les conoce como gases nobles, porque no se mezclan con el resto de los elementos.

#### GLOSARIO

**Orbitales.** Regiones tridimensionales en las cuales se encuentran los electrones. Las letras *s*, *p*, *d* y *f* hacen referencia a los subniveles energéticos del modelo atómico mecánico-cuántico y a la forma del orbital.

**Monoatómico.** Formado por un solo átomo.

## Regularidades en la tabla periódica de los elementos químicos representativos

En química se conoce como **elementos químicos representativos** a los elementos de los bloques *s* y *p*. Los elementos que encabezan estas familias son hidrógeno, berilio, boro, carbono, nitrógeno, oxígeno, flúor y helio. Los elementos químicos representativos son los elementos más abundantes en el Universo.

Se califica como "periódico" a todo aquello que presenta un comportamiento que se repite; por ejemplo, los días de la semana o las estaciones del año. La tabla periódica recibe ese calificativo porque el cambio de las propiedades de los elementos es gradual a lo largo de los periodos y se repite en el periodo siguiente.

Hay diferentes propiedades que pueden reconocerse de manera regular, por ejemplo, la tendencia a encontrar a los metales a la izquierda y a los no metales a la derecha de la tabla. Otra propiedad interesante es el **radio atómico**, que se muestra en la figura 2.55. Como puedes ver, la tendencia en este caso es que el radio es mayor a la izquierda y disminuye hacia la derecha; este comportamiento se repite en cada periodo (figura 2.56).

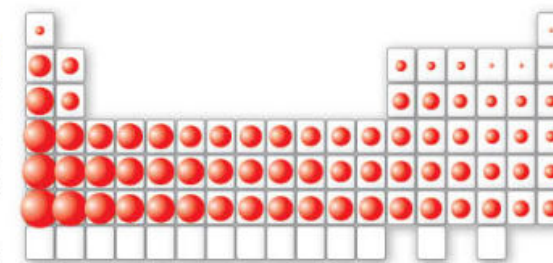


Figura 2.55 El radio atómico es una propiedad periódica que disminuye a lo largo del periodo y aumenta al bajar en las familias.

#### GLOSARIO

**Radio atómico.** Es la mitad de la distancia entre dos núcleos de dos átomos adyacentes.

## Número y masa atómica

A medida que se avanza en un periodo hay un aumento (o decremento) en una propiedad, repitiéndose esta tendencia en el siguiente periodo, por ejemplo, el carácter no metálico aumenta al avanzar en un periodo. En el caso del número atómico, siempre aumenta de elemento a elemento. Como vimos en la secuencia didáctica 7, el número atómico es el número de protones en el núcleo atómico, y es lo que define al elemento; por otra parte, la masa atómica está dada por la suma de protones y neutrones. En algunos casos esta tendencia no se mantiene, por ejemplo, en los casos del níquel y el cobalto.

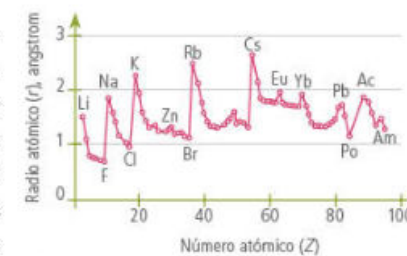


Figura 2.56 La gráfica muestra cómo en un mismo periodo, al aumentar el número atómico (*Z*) disminuye el radio (*r*).



### ¿Cómo está organizada la tabla periódica?

Identificarás la información de la tabla periódica, analizarás sus regularidades y su importancia en la organización de los elementos químicos.

1. Para saber cuáles de las propiedades que se indican en la tabla de los elementos son periódicas, haz lo siguiente:
  - a) Traza una gráfica de la densidad (toma el valor de la tabla periódica de este libro) contra el número atómico. En el eje de las abscisas usa los valores del número atómico y en el de las ordenadas, los valores de la densidad.
  - b) Para cada uno de los elementos de los primeros tres periodos, une los puntos de los elementos de cada periodo con un color diferente.

#### Recuerda que...

Al analizar el comportamiento de las propiedades periódicas no tomes en cuenta el número de elementos, sino la tendencia de los valores de la propiedad que se está analizando.

- c) ¿La densidad es una propiedad periódica? Considera si los elementos del tercer periodo tienen un comportamiento semejante al de los elementos del segundo. Justifica tu respuesta.
2. Traza una gráfica de la masa atómica contra el número atómico. De nuevo, une con un color los puntos de los elementos del primer periodo, con otro color los del segundo periodo y con uno más los del tercer periodo. Responde:
- a) De esta gráfica, ¿con cuál propiedad podrían identificar un elemento?
- b) ¿La masa atómica es una propiedad periódica o tiene un comportamiento continuo? Argumenta tu respuesta.
3. ¿Qué diferencia a un elemento químico de otro? ◀

### Carácter metálico

Veamos con más detalle la posición de los metales y los no metales en la tabla periódica. Como también vimos en la secuencia didáctica 8, algunos elementos son dúctiles, maleables, tienen brillo y son buenos conductores térmicos y eléctricos. A este conjunto de propiedades se le conoce como **carácter metálico** y también es una propiedad periódica a la cual no se le puede asignar un número (figura 2.57).

Estamos familiarizados con metales como hierro, cobre, oro y plata, sin embargo hay otros elementos que tienen mayor carácter metálico: los de las dos primeras familias de la tabla periódica (**metales representativos**). ¿Por qué no es tan común asociar el concepto de metal con el sodio? ¿Es cierto que el sodio es más dúctil y maleable que el oro? El carácter metálico se refiere al elemento sin combinar y por ello, generalmente, no pensamos en el sodio, el litio y el potasio (figura 2.58).

Otra característica de los metales representativos es que reaccionan con el oxígeno y forman óxidos. La reacción es tan rápida que no es posible encontrarlos en su estado elemental en la atmósfera, por lo que siempre los vemos en forma de compuestos. Se les suele conservar en aceite mineral, ya que también reaccionan con el agua. De hecho, el sodio elemental es brillante y mucho más dúctil que el cobre y el oro. Todos los elementos de los bloques *s* (excepto el hidrógeno), *d*, *f* y algunos del bloque *p* son metales.

A los elementos que no presentan carácter metálico se les llama **no metales** y se encuentran en el bloque *p*, con excepción del hidrógeno. Los no metales tienen propiedades muy variadas, algunos de ellos son sólidos y otros son gases. Uno de ellos (el bromo) es un líquido. Por lo general, los sólidos de estos elementos, como el carbono (figura 2.59), no son dúctiles ni maleables. Los no metales son muy importantes para la vida y forman una gran cantidad de compuestos al combinarse entre ellos o con los metales.

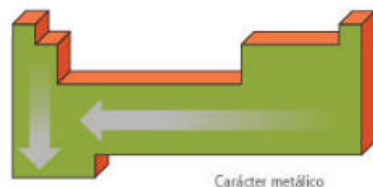


Figura 2.57 El carácter metálico aumenta en la tabla periódica de derecha a izquierda y de arriba hacia abajo.



Figura 2.58 El sodio metálico tiene un elevado carácter metálico.



Figura 2.59 El carbono elemental se presenta de dos formas: como carbono amorfo negro y como diamante incoloro, cristalino y muy duro. Ninguno de los dos es dúctil ni maleable.

En un periodo, el carácter metálico decrece de izquierda a derecha. Por ejemplo, el litio es un metal altamente maleable, mientras que el flúor es un no metal gaseoso. El cambio en el carácter metálico es gradual a lo largo del periodo, por lo que hay elementos que presentan características intermedias: el boro presenta cierto brillo metálico, mientras que los elementos a su derecha no lo tienen. En mayor o menor grado, las demás características del boro, como la ductilidad, la maleabilidad y la conductividad térmica también son intermedias, por lo que se le considera un **metaloides** o **semimetal**. Otros metaloides son: silicio, germanio, arsénico, antimonio, telurio y astato.

Los metaloides son especialmente importantes, porque su conductividad eléctrica puede ser modificada por medio de la temperatura o al agregarle pequeñas cantidades de otros elementos. A los elementos que presentan esta propiedad se les llama **semiconductores** y se les utiliza para fabricar circuitos integrados (chips) que son parte de los dispositivos electrónicos (figura 2.60). Actualmente, el silicio es el metaloides más empleado para este fin. El nombre de *Silicon Valley* (Valle del Silicio) se refiere a la gran cantidad de industrias relacionadas con los semiconductores y las computadoras en la ciudad de San Francisco, California.

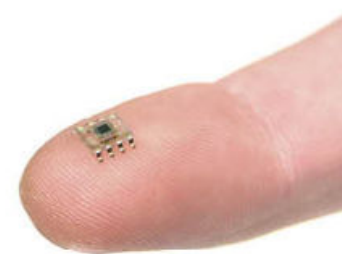


Figura 2.60 Algunos circuitos integrados, extremadamente pequeños, se utilizan en computadoras, teléfonos celulares y muchos otros dispositivos electrónicos.



### ¿Tiene carácter metálico?

Identificarán si algunos elementos presentan o no carácter metálico.

En la tabla periódica, mediante colores se distinguen los metales, no metales, metaloides y gases nobles.

- Observen las siguientes imágenes de la figura 2.61 y contesten las preguntas.
  - ¿Cómo se clasifican esos elementos?
  - ¿Todos tienen brillo?
  - ¿Podrían generalizar que "todos los metales tienen brillo"?
  - ¿Todos los metales conducen la electricidad?
- ¿Cómo es la conductividad eléctrica de los no metales?
  - ¿Cómo están clasificados el silicio (Si) y el arsénico (As) y cómo es su conductividad eléctrica?
  - ¿Cómo se denomina la propiedad de un material que le permite formar láminas? ¿El azufre, el fósforo y el cloro también presentan esta propiedad? ¿Por qué?



Plata



Oro



Mercurio



Aluminio



Silicio



Fósforo

Figura 2.61 Elementos por identificar.

- Observen las imágenes de aluminio, silicio y fósforo y, con base en el brillo de cada uno, contesten cuál es metal, cuál es no metal y cuál es metaloides.
- Verifiquen las respuestas con su maestro. ◀

## Valencia

Otra propiedad periódica de los elementos es la **valencia**. En la secuencia didáctica anterior vimos que la valencia está relacionada con la capacidad de combinación, y puesto que los electrones son los que permiten la formación de uniones (combinaciones), podemos relacionar a la valencia con los electrones más externos.

El elemento con la menor capacidad de combinación es el hidrógeno, ya que un átomo de hidrógeno sólo se puede unir a un solo átomo de hidrógeno o de cualquier otro elemento, es decir, puede formar sólo un enlace, su valencia es 1. Esto puede observarse en la molécula de hidrógeno (H-H) en la cual cada átomo tiene un enlace. A partir de esto, se pueden deducir las valencias de los demás elementos.

Con la molécula de agua (H-O-H) podemos deducir que la valencia del oxígeno es 2. Tomando como referencia este dato, si revisamos la fórmula del óxido ferroso (FeO) podemos saber que el hierro tiene valencia 2, ya que se combina un átomo de hierro con uno de oxígeno. Con este tipo de relaciones se determinaron las valencias de todos los elementos. Algunos elementos pueden tener más de una valencia, es decir, pueden combinarse de más de una forma. Por ejemplo,

además del óxido ferroso, el hierro se combina con el oxígeno para formar el óxido férrico (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), en el cual su valencia es 3. Más adelante hablaremos de un concepto muy útil para aclarar estas diferencias mediante el **número de oxidación**.

La valencia tiene que ver con el número de electrones en la última capa (figura 2.62) de los átomos y es por esto que esos electrones reciben el nombre de **electrones de valencia**. Cuando se quiere especificar si al combinarse el elemento "gana" o "pierde" electrones, a la valencia se le asigna: signo negativo cuando los gana y positivo cuando los pierde. En este caso también recibe los nombres "número de oxidación" y "estado de oxidación".



### Valencias

Analizarán el comportamiento de la valencia en la tabla periódica y la utilizarán para deducir la fórmula de algunos compuestos.

- Analicen el valor de valencia en las familias 1, 2, 3 y 18 y contesten:
  - ¿El valor de la valencia permanece constante en una familia o en un periodo?
  - ¿La valencia es una propiedad periódica? Justifiquen su respuesta.
  - Tomando en cuenta que al combinarse con oxígeno se forman los compuestos H<sub>2</sub>O (agua), BeO (óxido de berilio) y Sc<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (óxido de escandio), escriban la fórmula de los óxidos de litio, sodio, magnesio, potasio, calcio e itrio. ◀

### Recuerda que...

La capacidad de combinación de un elemento fue fundamental para Mendeleiev en el proceso de construcción de la tabla periódica.

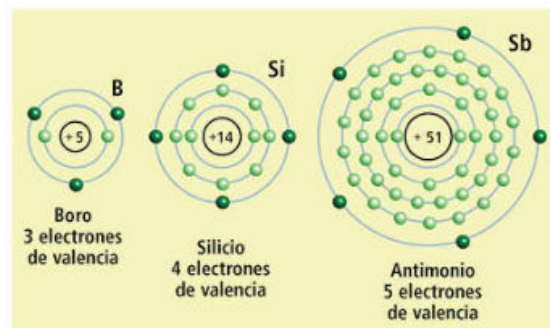


Figura 2.62 Los electrones de valencia son los electrones más externos de un átomo.

### TE RECOMENDAMOS...

que veas el video Electrones de valencia, para que repases lo ya visto. Lo puedes ver en: <http://edutics.mx/Je2> (consulta: 01 de junio de 2016).

En la tabla periódica, las propiedades de los elementos varían de forma regular en los periodos. El criterio para ordenar los elementos es el número atómico, porque éste aumenta de manera regular en la tabla. La masa atómica es aproximadamente el doble del número atómico, pero presenta un comportamiento irregular. La masa y el número atómico no son propiedades periódicas. Algunas propiedades periódicas importantes son: el radio atómico, la densidad, la valencia y el carácter metálico.

El carácter metálico aumenta en los elementos de la tabla periódica de derecha a izquierda y de arriba hacia abajo. Esta transición es gradual, por ello, a los elementos que presentan características intermedias entre los metales y los no metales se les conoce como metaloides.

La valencia es una propiedad periódica muy relevante en la historia de la tabla periódica. Gracias a ella podemos predecir la proporción en la que se combinan los elementos. Hasta el día de hoy, la tabla periódica incluye 91 elementos. De éstos, los 6 gases nobles son inertes (su valencia es cero), razón por la cual permanecen como átomos libres y se presentan como gases monoatómicos. En la tabla de la página 111 se muestran, además de los elementos naturales, algunos elementos artificiales.

En esta secuencia conociste el proceso de construcción de la tabla periódica, en la que se clasifican los elementos de acuerdo con sus propiedades y características. La síntesis de todas las investigaciones de científicos como Cannizzaro, Newlands, Dalton, Döbereiner, Mendeleiev y **Lothar Meyer** (figura 2.63) es un ejemplo de cómo las aportaciones individuales se suman en la gran empresa colectiva de la ciencia, lo que sólo es posible con los medios de comunicación y divulgación como revistas, cartas, conferencias y congresos.

### ¡Aplica!

Explorarás otra aproximación al comportamiento periódico de los elementos.

- Poco después de que Mendeleiev publicara su trabajo con la descripción de la tabla periódica, Lothar Meyer publicó un trabajo en el que, también, describía el comportamiento periódico.
  - Investiga la vida y obra de Lothar Meyer y qué propiedad utilizó para describir los periodos.
  - Además de que Meyer presentó su trabajo después que Mendeleiev, ¿qué otros factores crees que hayan influido en que a Mendeleiev se le considere padre de la periodicidad química, por encima de Meyer?
  - ¿Qué otras propiedades de los elementos son periódicas? ◀



Figura 2.63 Lothar Meyer (1830-1895), químico alemán.



## Importancia de los elementos químicos para los seres vivos

Hasta donde sabemos, la vida ocupa una capa relativamente delgada del planeta Tierra (figura 2.64). A esta capa se le conoce como biósfera e incluye la parte más superficial de la corteza terrestre, las aguas superficiales (hidrósfera) y la parte inferior de la atmósfera. En ella conviven los tres estados de la materia: un sólido, al que llamamos suelo; un líquido, el agua de mares y lagos, y un gas, el aire.

Los organismos vivos están formados por sólidos, líquidos y gases. Los sólidos les dan soporte y estructura, mientras que el agua sirve para disolver y transportar nutrientes, y el oxígeno del aire es necesario para llevar a cabo el proceso de respiración mediante el cual muchos seres vivos obtenemos la energía necesaria para nuestras funciones vitales. ¿Basta con que estén presentes los tres estados de la materia para que sea posible la vida? ¿La composición elemental tiene que ver con la viabilidad de la vida? ¿Es posible la vida en otros planetas?

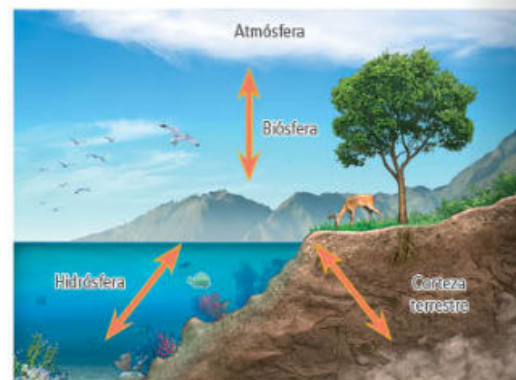


Figura 2.64 La capa en la que se desarrolla la vida se denomina biósfera.

### Los elementos en la superficie de la Tierra

La composición de las diferentes regiones de la Tierra cambia con el tiempo. En ello influyen muchos factores, como procesos geológicos, entrada y salida a la Tierra de materia proveniente del espacio y la vida misma. A continuación, analizaremos la composición elemental actual de algunas regiones y su importancia para el sostenimiento de la vida.

Aunque el agua de los océanos contiene cloruro de sodio (NaCl) disuelto y otras sustancias en menor proporción, éstas se encuentran en cantidades relativamente pequeñas, por lo que el hidrógeno y el oxígeno que componen el agua predominan en la composición de los mares, como lo muestra la tabla 2.7.

Elemento	% masa
O	85.9
H	10.6
Cl	1.9
Na	1.1

### Atmósfera

Por su parte, la atmósfera está constituida principalmente por nitrógeno molecular, N<sub>2</sub> (78%) y oxígeno molecular, O<sub>2</sub> (21%). Aunque en menores cantidades, se encuentran otros gases, algunos de ellos muy importantes para la vida, por ejemplo, el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), el cual es utilizado por las plantas y otros organismos para producir materia orgánica y es producto de la respiración celular.

### Corteza terrestre

La composición de la corteza terrestre es más diversa y en ella se encuentran, aunque en proporciones muy variadas, todos los elementos estables que conocemos. La siguiente tabla periódica (figura 2.65) muestra la abundancia de los elementos químicos en la corteza terrestre en ppm (mg/kg).

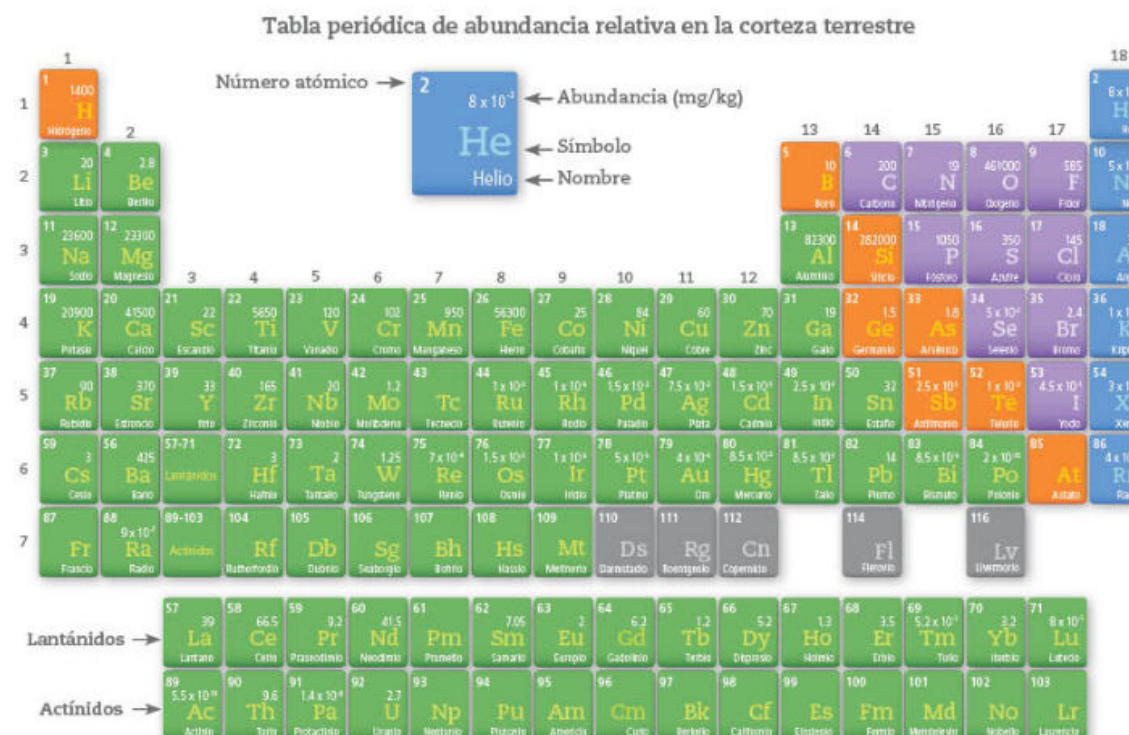


Figura 2.65 Tabla periódica de los elementos y su abundancia relativa en la corteza terrestre.

La composición elemental del agua de mar, la atmósfera y la corteza terrestre son muy diferentes. Sin embargo, en estas regiones se encuentran los elementos que constituyen los seres vivos, y que entran y salen de los mismos en forma de alimento y desechos, básicamente les dan estructura y les proporcionan la energía necesaria para llevar a cabo los procesos de la vida.



### Composición de la corteza terrestre

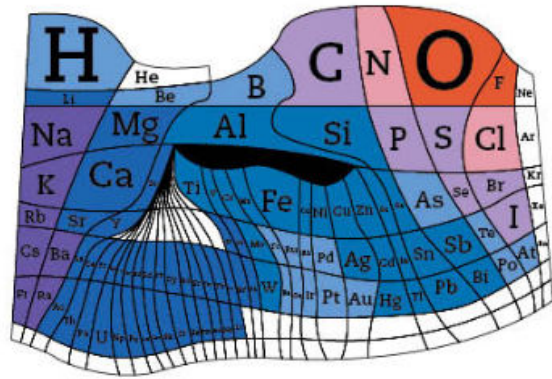
Identificarán los elementos más abundantes en la corteza terrestre.

Analicen la tabla periódica de abundancias relativas en la corteza terrestre y respondan: ¿cuáles son los cinco elementos más abundantes en la corteza terrestre? Calculen el % m/m de cada uno de ellos. ◀

### Clasificación de los elementos según su importancia para la vida

Seis elementos no metálicos son indispensables para la vida: hidrógeno, carbono, nitrógeno, oxígeno, fósforo y azufre. Aunque muchos otros elementos también son importantes. Se han identificado hasta 70 elementos químicos que, en cantidades variables, a veces infinitesimales, intervienen en la composición de los organismos.

Estos elementos, por lo general, no se encuentran en estado puro, sino formando compuestos. Los elementos que sí resultan esenciales para la vida se llaman **biogénicos** y están incluidos en la tabla periódica. La vida surge en la Tierra a partir de los elementos que ésta y el Universo contienen. Sin embargo, hay otros elementos químicos más abundantes en la corteza terrestre, como podrás ver (figura 2.66).



#### ¡ATENCIÓN!

Observa que algunas sustancias, cuya presencia no parece abundante en la naturaleza, pueden ocasionar graves daños a la salud y al ambiente. ¿Ya puedes identificar los metales pesados? Esto te será útil para el desarrollo de tu proyecto.

**Figura 2.66** Si el tamaño de las casillas en la tabla periódica indicara la abundancia de cada elemento en la superficie terrestre, la tabla se vería más o menos así.

Mientras que el oxígeno (O), el silicio (Si), el aluminio (Al) y el hierro (Fe) son los más abundantes en la composición del planeta, los elementos que conforman en mayor proporción las moléculas biológicas son el carbono (C), el hidrógeno (H), el oxígeno (O), el nitrógeno (N), el fósforo (P) y el azufre (S). Estos seis elementos, junto con una veintena más, presentan características peculiares, como tamaño y número de electrones, entre otras, que los convirtieron en los elementos idóneos para favorecer, por ejemplo, la estabilidad de las estructuras moleculares y mejorar el rendimiento de las reacciones metabólicas de las células primitivas.

De acuerdo con la proporción en que se hallan en la materia viva, los bioelementos se clasifican en:

**Elementos biogénicos primarios:** forman 99% de la materia viva. Seis de ellos –carbono (C), hidrógeno (H), oxígeno (O), nitrógeno (N), fósforo (P) y azufre (S)– constituyen los “ladrillos” de las biomoléculas. Estos elementos forman parte de las biomoléculas que son, después del agua, la materia más abundante en los seres vivos.

En la tabla 2.8 se presentan las funciones y elementos que componen las **biomoléculas** (figura 2.67).

#### GLOSARIO

**Biomoléculas.** Moléculas que constituyen a los seres vivos. Se clasifican en cuatro grupos: carbohidratos, proteínas, lípidos y ácidos nucleicos.

Tabla 2.8

Biomolécula	Función (ejemplo)	Elementos principales
Carbohidratos	Proporcionan energía (glucosa) Soporte estructural (celulosa)	C, H y O
Proteínas	Estructura (colágeno) Transporte de nutrientes (hemoglobina) Defensa (anticuerpos) Hormonas (insulina) Enzimas (lactasa)	C, H, O, N y S
Lípidos	Constituyen a la membrana celular (fosfolípidos) Reserva de energía (triglicéridos) Hormonas (progesterona)	C, H y O
Ácidos nucleicos	Transmisión de la información genética (ácido desoxirribonucleico, ADN) Expresión de la información genética (ácido ribonucleico, ARN)	C, H, O, N y P

**Elementos biogénicos secundarios:** forman parte de todos los organismos vivos y también son indispensables para la vida, pero se encuentran en menor proporción. Se incluyen en este grupo magnesio (Mg), calcio (Ca), sodio (Na), potasio (K) y cloro (Cl), y desempeñan funciones vitales en los organismos.

**Elementos vestigiales:** pese a estar presentes en proporciones inferiores a 0.1%, son imprescindibles, ya que desempeñan un papel esencial en diferentes procesos bioquímicos y fisiológicos; su carencia puede acarrear graves trastornos e incluso la muerte. Algunos son: hierro (Fe), manganeso (Mn), cobre (Cu), zinc (Zn), flúor (F), yodo (I), boro (B), silicio (Si), vanadio (V), cromo (Cr), cobalto (Co), selenio (Se), molibdeno (Mo) y estaño (Sn).

Tabla de los bioelementos

H																	He	
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne	
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar	
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr	
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe	
Cs	Ba	Lantánidos	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn	
Fr	Ra	Actínidos	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	Nh	Fl	Mc	Lv	Ts	Og	
		La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu		
		Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr		

Biogénicos { ■ Primarios ■ Secundarios
   
 Vestigiales { ■ Indispensables ■ Variables

#### GLOSARIO

**Hormonas.** Sustancias producidas en glándulas, cuya función es modificar el funcionamiento de otras células.

**Enzimas.** Proteínas cuya función es aumentar la velocidad de reacciones biológicas específicas.

#### TE RECOMENDAMOS...

Leer la obra de López Munguía, Agustín, *Las proteínas*, México, ser-Libros del escarabajo, 2005 (consulta: 01 de junio de 2016), para que profundices en la importancia de estas moléculas.

**Figura 2.67** Ubicación de los elementos biogénicos primarios, secundarios y vestigiales en la tabla periódica.



### ¿Qué elementos son indispensables para la vida?

Identificarán los elementos necesarios para que se dé la vida y en qué proporción se localizan en la Tierra.

- Entre todo el grupo observen la figura 2.68 y contesten lo que se les pregunta.
  - ¿Qué elementos biogénicos primarios están en grandes proporciones en el agua de mar y en la atmósfera?
  - ¿Cuál de los elementos biogénicos primarios es el más abundante en la corteza terrestre?
  - ¿Qué lugar ocupa, según su abundancia?
  - ¿Forma algún compuesto que sea esencial para la vida? ¿Cuál?
- En parejas investiguen y entreguen un reporte que incluya lo siguiente:
  - Identifiquen qué elementos biogénicos primarios se encuentran en los compuestos presentes en el organismo.
  - Describan las principales funciones en nuestro organismo de los siguientes elementos biogénicos secundarios: calcio, potasio y sodio.
  - Identifiquen las principales funciones de los siguientes elementos vestigiales en nuestro organismo: hierro, silicio y flúor.
- ¿Por qué el hidrógeno, el carbono, el nitrógeno y el azufre son esenciales para la vida? Para responderlo, piensen en sustancias que conozcan, que tienen algún metal en su estructura; por ejemplo, la sal (cloruro de sodio), el acero (hierro con carbono), el cobre metálico o el aluminio.
- Por otro lado, piensen en sustancias compuestas por no metales, como el agua, el oxígeno molecular y el colágeno (la proteína presente en la piel y los huesos), y contesten: ¿Consideran que la vida sería posible sin líquidos como el agua y gases como el oxígeno? ◀



Figura 2.68 Los organismos, como los seres humanos, obtienen del ambiente los elementos necesarios para vivir, a partir de su dieta.

La vida, como la conocemos, es un fenómeno tan complejo que existe una ciencia dedicada exclusivamente a explicar su origen, funcionamiento y evolución: la biología. La química contribuye con el análisis de las sustancias que forman a los seres vivos y, a futuro, también apunta a la síntesis de sustancias que son propias de los seres vivos para corregir enfermedades, incluso hay una parte de la química que ha servido para entender buena parte de los procesos biológicos: la bioquímica (figura 2.69).

Aunque la vida se desarrolla gracias a los elementos biogénicos primarios, no son menos importantes los elementos vestigiales que participan en funciones clave del metabolismo.

La vida sólo es posible en condiciones de presión y temperatura similares a las de la Tierra; sin embargo, dada la distribución de los elementos del Universo que constituyen a los seres vivos y la probable existencia de muchos planetas con estas condiciones, se puede pensar que la vida no es un fenómeno único. Hasta la fecha no se ha encontrado evidencia contundente que indique la presencia de vida fuera de la Tierra, pero tampoco es posible descartar su existencia. ¿Cuál es tu opinión sobre este tema?

En general, los animales están constituidos por más proteínas que los vegetales. ¿Qué elementos forman estas sustancias y cuáles serían sus funciones? ¿En qué parte de la biósfera es posible encontrar estos elementos?

El hierro se encuentra en 56300 ppm en la biósfera, mientras que el fósforo se encuentra en 1050 ppm. ¿Por qué no es determinante la abundancia de un elemento para que éste sea parte importante de los seres vivos?

#### TE RECOMENDAMOS...

Peña, Antonio, *Las membranas de las células*, México, SEP-FCE, 2004, donde podrás leer sobre la química presente en las células. Disponible en: <http://edutics.com.mx/4yy> (consulta: 01 de junio de 2016).

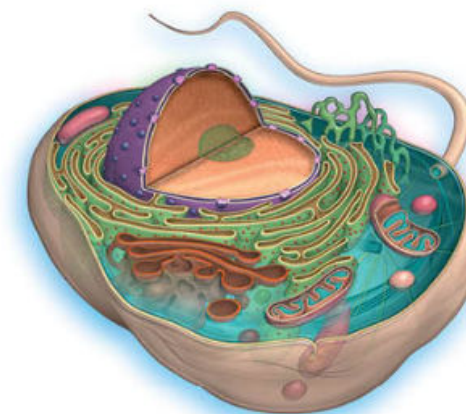


Figura 2.69 Uno de los campos de estudio de la bioquímica son los procesos químicos que ocurren en la célula.

### ¡Aplica!

- Los seres vivos están constituidos principalmente por los elementos C, H, O, N, P, S, ¿a qué elemento se refiere cada símbolo?
- Las plantas producen una familia de compuestos llamada carbohidratos (figura 2.70), que son clave para el resto de los seres vivos. ¿Cuál es su función? ¿Qué tipo de elementos los forman? ◀

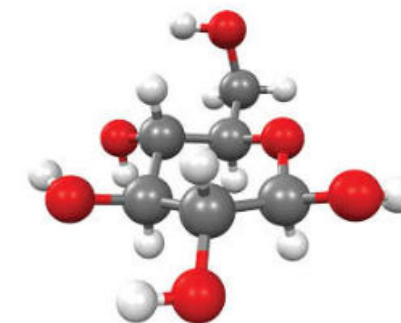


Figura 2.70 La glucosa es uno de los tipos de unidad molecular que constituyen a los carbohidratos.



## Enlace químico

Hemos visto que la mayoría de los materiales que utilizamos de manera cotidiana están formados por mezclas, aunque unos cuantos son relativamente puros, por lo que se les considera sustancias. En esta categoría se encuentran el agua, el cobre, la sal y el azúcar. La sal y el azúcar destacan porque son parte fundamental de nuestra alimentación, y sus propiedades son tan características que, de hecho, sus nombres se refieren a familias de compuestos.

Los azúcares son un grupo muy importante de sustancias también llamadas carbohidratos, y las sales, también conocidas como compuestos iónicos, están presentes en nuestro cuerpo y en una gran cantidad de medicamentos. Si queremos ser más explícitos para referirnos a la sal y el azúcar que se usa en la cocina, podemos agregar los adjetivos "común" o "de mesa", o usar sus nombres científicos: cloruro de sodio y sacarosa, respectivamente. Lo curioso es que, a pesar de ser sustancias totalmente diferentes entre sí, se parecen bastante (figura 2.71). ¿Alguna vez has confundido la sal con el azúcar? ¿En qué difieren sus propiedades físicas y químicas? ¿Cuál es la razón de estas diferencias?

### Modelos de enlace: covalente e iónico

Recordarás de tu curso de *Ciencias 2* un fenómeno muy interesante: la **interacción eléctrica**. Esta interacción se manifiesta, por ejemplo, cuando frota tus pies en un piso con alfombra o con recubrimientos sintéticos y a menudo es la responsable de los "toques" que sientes al tocar a otra persona. También habíamos hablado de que Tales de Mileto ya había dado cuenta de este fenómeno, al frotar su piedra de ámbar y acercar pedacitos de paja. Esta atracción se manifiesta por la presencia de carga eléctrica y se considera un fenómeno electrostático. Piensa en la escala de un átomo, por ejemplo, el oxígeno ( $Z = 8$ ), el núcleo con mucha carga positiva y cada uno de los electrones con su carga negativa, ¡imagínate la interacción electrostática entre el núcleo y los electrones! Y qué decir del núcleo de un átomo y los electrones de un átomo cercano, ¿también serán atraídos?



Figura 2.71 Sólo con ver esta foto, ¿puedes decir cuál de los recipientes tiene sal y cuál azúcar? Si te los pusieran enfrente, pero no pudieras probarlos, ¿qué harías para saber cuál es cuál?



### Representación de una molécula de hidrógeno

Emplearán un modelo atómico para valorar su utilidad en la explicación de nuevos fenómenos.

1. Dibujen el modelo de Bohr para dos átomos de hidrógeno y representen con flechas las interacciones posibles entre cada núcleo y los átomos.
  - a) ¿Puede este modelo sencillo dar una idea de la formación de una molécula de hidrógeno ( $H_2$ )? Escriban su opinión al respecto. ◀

En la secuencia didáctica 7 vimos que los electrones de valencia pueden cederse, aceptarse o compartirse y al hacerlo se forman diferentes tipos de enlaces. Ahora analizaremos éstos y las sustancias que se forman.

### Enlace covalente

A la unión de dos átomos no metálicos se le llama enlace covalente: los átomos comparten uno o más pares de electrones que los mantiene unidos. Esto sucede porque los no metales no pierden electrones con facilidad y tienden a compartir uno o varios pares de electrones. Este enlace forma moléculas de sustancias elementales, como:  $H_2$ ,  $F_2$ ,  $N_2$  y  $O_2$  y compuestos con arreglos tridimensionales ordenados o amorfos. El enlace covalente se forma entre dos átomos, porque el núcleo de cada átomo atrae al par electrónico que se está compartiendo.

A veces, los enlaces se forman no sólo con uno, sino con dos o tres pares de electrones. En las estructuras de Lewis se suele representar a los pares de electrones compartidos con líneas: una línea representa a un par de electrones, dos líneas a dos pares de electrones y así sucesivamente. El enlace entre dos átomos de nitrógeno se representa en la figura 2.72.



### Estructuras de Lewis y enlaces

Representarás enlaces covalentes.

1. Usa diagramas de punto (estructuras de Lewis) con líneas para representar los enlaces covalentes entre los siguientes elementos:
  - a)  $:\ddot{Cl}:\cdot + \cdot\ddot{Cl}:$  →
  - b)  $:\ddot{Cl}:\cdot + \cdot\ddot{Br}:$  →
  - c)  $H\cdot + \cdot\ddot{Cl}:$  →
2. Compáren sus diagramas con los de otros compañeros.
3. ¿Creen que es posible que se forme un enlace covalente sin la presencia de núcleos atómicos o electrones? Expliquen. ◀

Algunos compuestos formados por enlaces covalentes forman grupos de átomos bien definidos, a los que llamamos **moléculas**. Todas las moléculas están formadas por átomos unidos covalentemente. El hidrógeno, el oxígeno, el nitrógeno y el cloro son moleculares. El agua, el azúcar, la parafina y las biomoléculas (carbohidratos, lípidos y proteínas) están formadas por enlaces covalentes, por lo que se les llama **compuestos covalentes moleculares**. Otros compuestos covalentes no forman moléculas, sino que los átomos se unen uno tras otro formando una red tan grande que resulta ser una partícula visible a simple vista. Estos compuestos se denominan de **red covalente** y son insolubles en agua. Algunos de ellos son duros y cristalinos y otros son amorfos y blandos. No pueden fundirse, sino que se descomponen al ser calentados. Por ejemplo, el carbono forma una estructura cristalina tridimensional en el diamante (figura 2.73).

### TE RECOMENDAMOS...

Leer el libro de Garriz Ruiz, Andoni y José Antonio Chamizo Guerrero, *Tú y la química*, México, Pearson Educación, 2001, para que profundices en el tema.

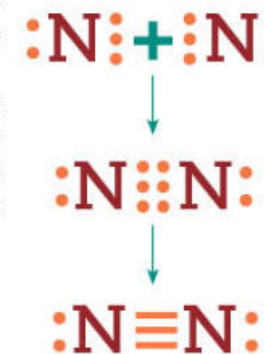


Figura 2.72 Representación del enlace triple entre dos átomos de nitrógeno.

### Recuerda que...

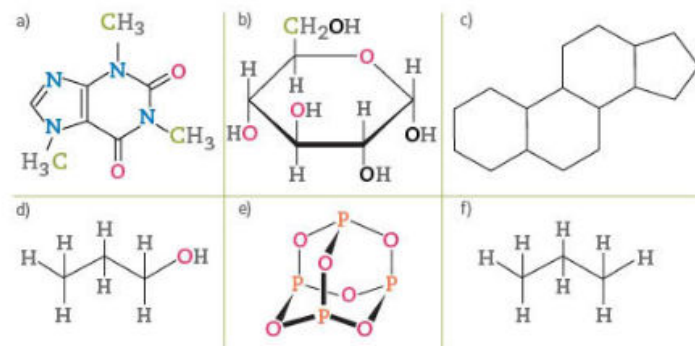
En la secuencia didáctica 7 aprendiste cómo hacer las estructuras de Lewis, puedes dar una revisión rápida si lo necesitas.



Figura 2.73 Arreglo cristalino del diamante.

Las moléculas pueden llegar a ser complejas si están formadas por muchos átomos y si éstos son de diferentes elementos. A continuación, se muestran algunas moléculas relativamente complejas.

Para simplificar la representación de las moléculas, los químicos suelen omitir en algunos casos el símbolo de los átomos de carbono y en su lugar sólo aparece la unión de los enlaces. En ocasiones los átomos de hidrógeno unidos a estos átomos también se omiten. Podemos saber cuántos átomos de hidrógeno hay si consideramos que el carbono siempre forma cuatro enlaces, por lo que los enlaces faltantes corresponden a átomos de hidrógeno (figura 2.74). De esta manera tenemos que la fórmula mínima de la cafeína es  $C_8H_{10}N_4O_2$ .



**Figura 2.74** Estructura de las moléculas de algunas sustancias. a) cafeína, b) glucosa, c) gonano, d) propanol, e) óxido fosforoso, f) propano.



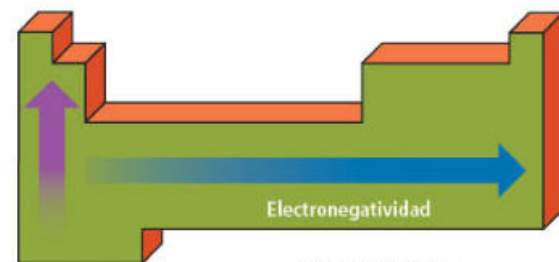
## Enlaces

### Representarán los enlaces.

1. En las estructuras anteriores, representen los átomos (carbono e hidrógeno) y enlaces faltantes (el carbono suele estar en los vértices).
2. Escriban las fórmulas mínimas de glucosa, gonano y óxido fosforoso.
3. De las moléculas anteriores, el gonano y el propano son las únicas que no se disuelven en agua. ¿Qué otra cosa tienen en común? Analicen su fórmula mínima. ◀

Las sustancias cuyas moléculas están constituidas únicamente por carbono e hidrógeno no suelen ser solubles en agua, mientras que aquellas con átomos de oxígeno, cloro y nitrógeno sí suelen serlo. ¿Por qué?

Algunos elementos son capaces de atraer al par electrónico de enlace con mayor intensidad que el carbono y el hidrógeno. Cuando estos elementos se enlazan con otro, y atraen más a los electrones que el otro átomo, adquieren una fracción de carga (carga parcial) negativa (al tener más electrones cerca que el total de los protones de su núcleo, por lo cual se vuelven "más negativos"), y el átomo al que sustraen los electrones adquiere esta misma carga parcial, pero positiva. A la capacidad de un átomo para atraer electrones hacia sí se le llama **electronegatividad**. Curiosamente, la electronegatividad está asociada también con el carácter no metálico. Si ésta es una tendencia periódica (figura 2.75), ¿qué elementos serían los más electronegativos?



**Figura 2.75** En la tabla periódica la electronegatividad aumenta de izquierda a derecha en los periodos, y de abajo hacia arriba en las familias.

### TE RECOMENDAMOS...

Leer la obra de Gaité, M., *Enlaces entre átomos. Iniciación interactiva a la materia* en <http://edutics.mx/4fs> (consulta: 01 de junio de 2016), para que profundices en los diferentes tipos de enlace.

**Recuerda que...**  
 En la secuencia didáctica 10, se revisó que la electronegatividad es una propiedad periódica y una de las propiedades químicas más importantes.

## Enlace covalente no polar

Al enlazarse átomos con la misma electronegatividad, o una muy parecida, los electrones se distribuyen de tal manera que la molécula no presenta regiones con diferentes cargas parciales, es decir, ningún átomo tiene más cerca los electrones del otro. Se dice que este enlace es **covalente no polar**. Algunos ejemplos de moléculas covalentes no polares son: hidrógeno molecular (figura 2.76), oxígeno molecular, nitrógeno molecular, metano ( $CH_4$ ), propano y gonano. Todas las sustancias elementales son covalentes no polares, porque los enlaces se dan entre átomos idénticos y por lo tanto con la misma electronegatividad. La electronegatividad del hidrógeno y la del carbono son lo suficientemente parecidas como para que los enlaces entre estos dos elementos sean no polares. Las moléculas no polares se atraen menos fuertemente, de manera que suelen tener puntos de fusión y ebullición bajos (menores a  $400\text{ }^\circ\text{C}$ ) y no son solubles en agua.

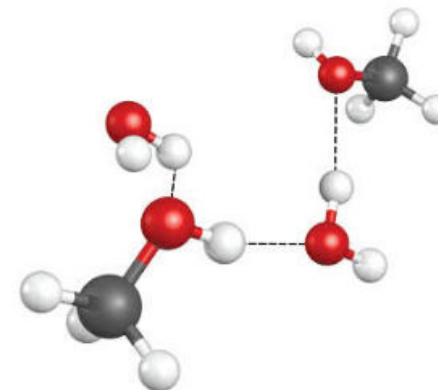
## Enlace covalente polar

Cuando se enlazan dos átomos con electronegatividades muy diferentes, el más electronegativo adquiere una carga parcial negativa y el menos electronegativo una carga parcial positiva. A esta situación se le llama **dipolo**, y las moléculas que lo presentan son moléculas polares. Éstas se atraen, ya que la carga parcial positiva de una de ellas interactúa con la carga parcial negativa de su molécula vecina, como si un imán se acercara a otro imán. Estas atracciones son responsables de que las moléculas polares tengan propiedades físicas muy diferentes a las de las moléculas no polares, en las cuales la atracción entre una molécula y otra es muy pequeña.

En el caso del cloruro de hidrógeno formado (figura 2.77), disminuye la zona orbital del hidrógeno (que queda más positivo) y aumenta la del cloro (que queda más negativo).

El agua es una molécula polar y por eso en ella se disuelven moléculas polares. Imagina cómo los imanes se atraen unos a otros, así las moléculas polares se atraen entre sí (figura 2.78). Las sustancias no polares se disuelven en los disolventes no polares porque simplemente se mezclan sin apenas interactuar entre sí. Lo anterior se resume en la frase "lo similar disuelve a lo similar", una regla de uso práctico en la química.

Las sustancias covalentes y no polares están constituidas por moléculas sin carga (en el caso de las moléculas polares, aunque la molécula puede tener zonas de carga, en su conjunto se cancelan), por lo que no conducen la corriente eléctrica.

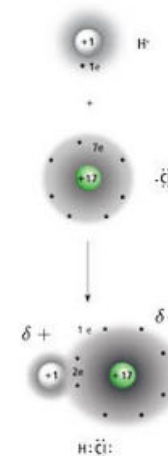


**Figura 2.77** Formación de cloruro de hidrógeno a partir de los átomos de hidrógeno y cloro.

**Figura 2.78** En compuestos polares como el alcohol metílico, las interacciones con las moléculas del agua son evidentes por la solubilidad de los mismos. Se puede observar cómo los átomos de hidrógeno unidos a un oxígeno se orientan hacia el oxígeno de otra molécula, pues el enlace O-H es polar.



**Figura 2.76** Formación de la molécula de hidrógeno a partir de dos átomos de hidrógeno.





A diferencia del azúcar, que está formada por no metales (C, H y O) y, por lo tanto, con enlaces covalentes polares y covalentes no polares, la sal está formada por un metal (sodio) y un no metal (cloro). El enlace en el cloruro de sodio es diferente del que se presenta entre dos no metales, es gracias a ello que tiene propiedades diferentes a las del azúcar. Veamos cómo se unen un metal y un no metal.

### Enlace iónico

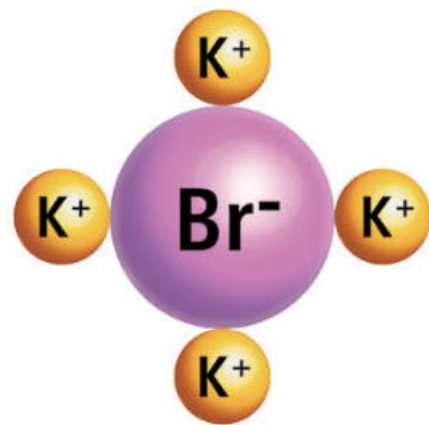
Un modelo que nos ayuda a entender la unión entre los metales y los no metales es el **modelo de transferencia de electrones**, según el cual, todo enlace entre un metal y un no metal se forma porque los electrones de valencia de los átomos que intervienen son transferidos del metal al no metal, de tal manera que el metal queda con carga positiva (catión) y el no metal queda con carga negativa (anión). El enlace entre los iones se da por la atracción electrostática entre cargas opuestas. La transferencia de electrones ocurre porque los metales tienen una electronegatividad muy pequeña, por lo que apenas atraen a sus electrones de valencia y los ceden con facilidad. En el caso de los no metales, estos tienden a capturar electrones más que a cederlos y con ello quedan con carga negativa, así que si ponemos juntos un metal y un no metal tenemos un buen arreglo: los metales ceden sus electrones externos, y los no metales incorporan a su capa de valencia a los electrones de los metales.

El potasio es un metal con un electrón de valencia que cede con facilidad, mientras que el bromo es un no metal que requiere de un electrón para llenar su última capa, por lo que puede aceptar el electrón del potasio. Así, al acercarse ambos átomos, se obtiene un ion positivo ( $K^+$ ) y un ion negativo ( $Br^-$ ).

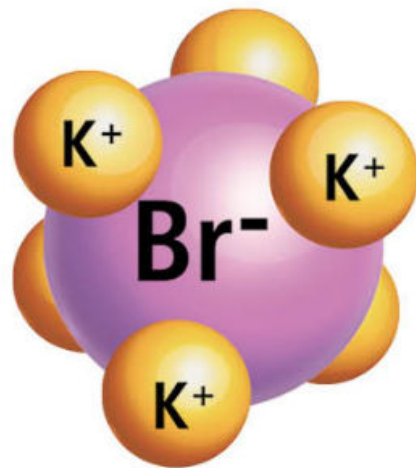


Como aprendiste en tu curso de *Ciencias 2*, las cargas opuestas se atraen, por lo que los iones de potasio y bromo se atraen uno al otro y forman este tipo de enlace. El compuesto que resulta es el bromuro de potasio, que se forma mediante un enlace iónico y es la unión entre átomos de cargas positivas y negativas que se mantienen unidos debido a las fuerzas de atracción que se dan entre ellos. Esta unión, también, se asocia a la distancia y energía entre los átomos participantes, porque tienden a unirse para ser estables y llenar con electrones su última capa de valencia. Al reunir muchos iones de bromo y potasio, todos se acomodarán de forma particular debido a la atracción eléctrica que hay entre ellos (figura 2.79).

Sin embargo, como los átomos se encuentran en el espacio tridimensional, es posible que se atraigan en diversos puntos de su superficie; es decir, si tuviéramos seis iones de  $K^+$  obtendríamos una estructura como la mostrada en la figura 2.80.



**Figura 2.79** Si tenemos un ion bromuro ( $Br^-$ ) y cuatro iones potasio ( $K^+$ ), obtendrás una figura como ésta, pero no olvides que cada bromo se acompaña de un potasio.



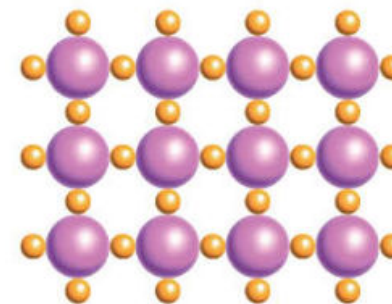
**Figura 2.80** Ion de bromuro rodeado de seis iones de potasio.

Si se agregaran más iones de  $Br^-$ , se lograría una estructura regular alternada entre los iones negativos de bromo y los iones positivos de potasio (figura 2.81).

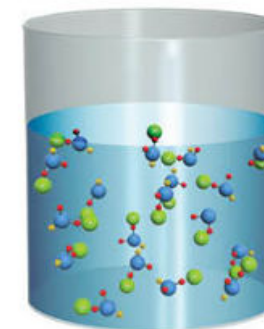
Los compuestos iónicos en estado sólido forman un arreglo periódico en tres dimensiones, que se conoce como **red cristalina**, porque los iones se acomodan de manera ordenada. A este compuesto, formado por iones potasio e iones bromuro, se le llama bromuro de potasio. Es importante mencionar que los compuestos con enlaces iónicos **no forman moléculas sino redes cristalinas**, como es el caso de la sal ( $NaCl$ ).

Para entender esto más claramente, piensa en el modelo cinético: recuerda que los materiales con menores puntos de fusión implican fuerzas de atracción muy pequeñas (las moléculas se separan fácilmente y se "sueltan"), pero cuando se tienen redes cristalinas las fuerzas de atracción operan en todas direcciones, atrayéndose como en una red de pescar y no sólo en dos dimensiones, sino también en tres. Tratar de romper una red (liberar un átomo) es muy difícil, así que los puntos de fusión de los materiales de red tienden a ser muy altos, pues las interacciones entre los átomos son muy grandes. Además de las redes covalentes e iónicas (en las que los átomos tienden a mantener sus posiciones fijas) hay otro tipo de redes, ¿imaginas con qué elementos se forman?

Buena parte de las sustancias iónicas —al igual que las polares— se disuelven en agua, la razón de ello es que al **solvatarse**, los iones se separan y se ven rodeados por las moléculas polares del agua, orientándose según su carga (figura 2.82).



**Figura 2.81** Red cristalina de la formación del bromuro de potasio.



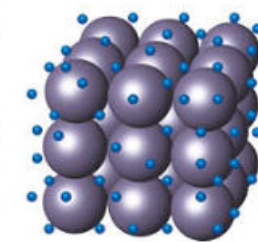
**Figura 2.82** El cloruro de sodio está formado por partículas con carga (iones). Cuando se mezcla con el agua, los iones se separan y orientan de acuerdo con la polaridad de ésta.

### Enlace metálico

¿Qué pasa con los metales cuando no hay un no metal al cual ceder sus electrones? Los átomos metálicos conservan sus electrones, pero al ser su electronegatividad pequeña, no los retienen demasiado, por lo que éstos se distribuyen por todo el material y forman una "nube" que hace las veces de pegamento entre todos los núcleos de los átomos metálicos, de esta manera todos los electrones pertenecen a todos los núcleos metálicos y no se localizan en un átomo en particular, sino que se mueven entre ellos. A este arreglo se le conoce como **red metálica** y a la unión entre los átomos metálicos se le llama **enlace metálico**.

Puedes imaginarte el resultado de este enlace como canicas sumergidas en gelatina, cercanas unas a otras. Las canicas representan a los iones positivos del metal, mientras que la gelatina representa a la nube de electrones que los mantiene unidos. La atracción eléctrica entre la nube de electrones (la gelatina) y los iones (las canicas) le da al metal su forma definida (figura 2.83).

**Recuerda que...**  
En la secuencia didáctica 8 revisamos estas propiedades, a las que se les conoce, en conjunto, como **carácter metálico**.



**Figura 2.83** Modelo de enlace metálico.

El enlace metálico se forma con una interacción entre partículas con carga eléctrica opuesta. En los sólidos metálicos, los átomos forman arreglos geométricos definidos: los compuestos son sólidos a temperatura ambiente (excepto el mercurio), son dúctiles y maleables, tienen brillo, son buenos conductores eléctricos y térmicos, además de que en general tienen altos puntos de fusión y de ebullición.

### Relación entre las propiedades de las sustancias con el modelo de enlace: covalente e iónico

Los compuestos covalentes pueden ser sólidos, líquidos o gaseosos, dependiendo de la atracción entre las moléculas. Los compuestos covalentes no polares con pocos átomos son gases. Al aumentar el número de átomos en la molécula pueden llegar a ser líquidos o sólidos. Algunos compuestos covalentes polares, también de pocos átomos, son gases, pero el agua es un líquido debido a las atracciones entre sus cargas parciales. Ni los polares ni los no polares conducen electricidad al fundirse o disolverse en agua; algunos son insolubles en agua y tienen bajos puntos de fusión y ebullición.

Los compuestos iónicos son sólidos, ya que la red cristalina mantiene unidos fuertemente a los iones que la conforman. Por esta misma razón tienen temperaturas de fusión altas. Son cristalinos, solubles en agua y sus disoluciones son conductoras de la corriente eléctrica (figura 2.84). Sin embargo, en estado sólido no conducen la corriente eléctrica, a diferencia de los sólidos metálicos.

Los diferentes modelos de enlace covalente (polar y no polar), iónico y metálico permiten explicar y predecir la formación de un sinfín de compuestos usando los elementos de la tabla periódica. En las anteriores actividades trabajamos sólo con pares de elementos, pero se pueden formar una infinidad de compuestos con muchos elementos.

### ¡Aplica!

Aplicarás lo que aprendiste sobre los diferentes tipos de enlace químico.

- Consigue los materiales siguientes: estaño, aluminio, parafina, naftalina, agua muy baja en sodio (si es posible destilada o de la que usan para las planchas), alcohol, glucosa, carbonato de sodio y cal.
  - Construye, con apoyo de tu profesor, un aparato para probar la conductividad.
  - Diseña un procedimiento para probar si son solubles, si son maleables o dúctiles, si conducen la corriente eléctrica y cuándo lo hacen (sólidos, fundidos o disueltos), y si tienen puntos de fusión bajos.
  - Con base en tus resultados, clasifica estas sustancias por su enlace en covalentes no polares, covalentes polares, iónicas y metálicas. Utiliza una tabla en la que recopiles tus observaciones.

Al terminar, recupera la parafina y la naftalina (recuerda lo que sabes de tus técnicas de separación) y guárdalas para poder disponer de ellas otra vez.



Figura 2.84 Las propiedades de las sustancias dependen de la manera en que se unen los átomos que las constituyen.

2. Completa la tabla 2.9 y responde las preguntas.

Tabla 2.9			
Átomos	Tipo de enlace entre átomos de la sustancia	Estado de agregación	¿Forman molécula o red cristalina?
K y Cl			
C y C (diamante)			
Na y F			
N y N			
Cu y Zn			

- Haz un modelo tridimensional de la sal o cloruro de sodio, usando bolitas de plastilina de diferentes colores y responde: ¿por qué los cristales de sal tienen una forma cúbica y sus lados son planos?
- Expón tu modelo, comparte tus respuestas ante el grupo y, de ser necesario, corrígelas con ayuda de tu maestro.
- Representa el metano ( $\text{CH}_4$ ) y el cloruro de sodio ( $\text{NaCl}$ ) con la estructura de Lewis y completa la información.
  - ¿Qué enlace tiene el metano?
  - ¿Qué enlace tiene el cloruro de sodio?
  - ¿El enlace del metano se forma transfiriendo electrones?
  - ¿El enlace del cloruro de sodio se forma compartiendo electrones?
  - Con base en su tipo de enlace, menciona tres propiedades del metano.
  - Explica por qué la manera en que se unen los átomos del cloruro de sodio se relaciona con sus propiedades.
- Analiza las siguientes situaciones y, tomando en cuenta lo que conoces sobre las fuerzas eléctricas y su arreglo cristalino, responde en tu cuaderno lo siguiente:
  - Si al bromuro de potasio se le aplica una fuerza que desplace a los iones, como se muestra en la imagen 2.85, ¿el material se rompe o se dobla? Explica por qué.
  - Con base en la respuesta anterior, ¿dirías que el bromuro de potasio es maleable o blando?, ¿por qué?
  - ¿Estas características coinciden con lo que has observado para el cloruro de sodio? Intenta deformar un grano de sal con una cuchara y observa lo que sucede.
- Revisa tus respuestas con ayuda de tu maestro. ◀

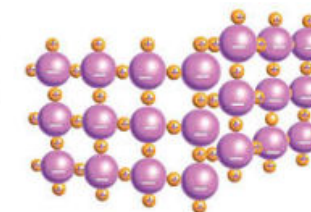


Figura 2.85 Desplazamiento de los iones en un cristal de bromuro de potasio por efecto de una fuerza exterior.

Ahora que has conocido los distintos modelos de enlaces, seguramente te surgirán nuevas preguntas sobre las propiedades de la materia, en especial de la que está en contacto contigo diariamente, como las de los alimentos que consumes y la del aire que respiras. Con la información que hemos revisado a lo largo del Bloque 2, te será posible plantear un proyecto más elaborado que en el bloque anterior. ¿Has empezado a pensar qué te gustaría investigar?

## Presentación

Es momento de desarrollar un nuevo proyecto, ahora buscando integrar los aprendizajes del Bloque 2. Como te comentamos en el Bloque 1, el trabajo por proyectos te permite aprender de manera diferente, por ejemplo, desarrollarás mejores habilidades para el trabajo colaborativo o la comunicación de resultados ante diferentes públicos, los compañeros de tu grupo, compañeros de otros grupos del mismo u otros grados o padres de familia.

Ahora, te presentaremos una técnica que te permitirá hacerte preguntas relacionadas con un tema particular y, así, comenzar mejor enfocado tu proyecto. Una de las ventajas de este proceso es que junto con tus compañeros darán dirección a su proyecto y seguramente lo harán con mayor interés.

En este bloque, sugerimos construir un objeto o diseñar un experimento que te permita aplicar, explicar o predecir algunos fenómenos químicos relacionados con las propiedades de los materiales y su clasificación química. En un proyecto ciudadano podrás valorar la importancia del avance del conocimiento científico en la vida cotidiana, como el impacto que tiene sobre la salud y el ambiente.

En el diseño de experimentos, será necesario que tengas claro si quieres probar una hipótesis, hacer una predicción o descubrir la relación entre algunas propiedades de los materiales relacionadas con el buen funcionamiento de nuestro cuerpo. Seguramente al trabajar estas relaciones entenderás cómo por medio de la química conocemos y explicamos (y también modificamos) el mundo (figura 2.86).

Para terminar, es recomendable que comuniques tus resultados a una comunidad más amplia, no sólo a tus compañeros de grupo, sino que puedas comunicar tus resultados a toda la escuela.

## Síntesis del bloque

En este bloque, revisaste algunos conceptos que son fundamentales en la química: la clasificación de los materiales en mezclas y sustancias puras (y de las sustancias puras en compuestos y elementos) y cómo la manera de representarlas con el modelo corpuscular nos permite entender por qué cada tipo de material tiene propiedades diferentes. Después, viste que la materia está formada por átomos y que éstos se unen para formar moléculas, de las cuales están constituidos los compuestos y algunos elementos.

También viste que los metales son elementos con características específicas, a las que llamamos carácter metálico, y que para desechar estos y otros materiales afectando lo menos posible a nuestro ambiente es necesario: rechazar, reducir, reusar y reciclar.



Figura 2.86 Con la experimentación podemos observar el comportamiento de la naturaleza.

Posteriormente, viste que los trabajos de Cannizzaro y Mendeleiev permitieron ordenar los elementos en la tabla periódica, con base en sus diferencias y semejanzas, en lo que se conoce como la "segunda revolución de la química".

En la tabla periódica moderna se incluye información de propiedades importantes, como: el carácter metálico, la valencia, el número y la masa atómica. Los elementos que aparecen en la tabla periódica son los que conforman toda la materia del Universo, incluyendo a los seres vivos. Algunos elementos, llamados biogénicos, son esenciales para la vida, entre ellos están el carbono, el hidrógeno, el oxígeno, el nitrógeno, el fósforo y el azufre.

Finalmente, estudiaste que los átomos de los elementos se unen de diferente manera, dependiendo de si son metales o no metales. Dos no metales se unen mediante un enlace covalente (compartición de electrones) y un metal y un no metal mediante un enlace iónico (transferencia de electrones). Estos dos tipos de enlace hacen que las propiedades de los compuestos covalentes sean diferentes de las de los iónicos. Nos explica, por ejemplo, por qué la sal y el azúcar se disuelven en el agua, mientras que la parafina no lo hace.

## Algunas preguntas sobre las propiedades de los materiales y su clasificación química

¿Cuáles elementos químicos son importantes para el buen funcionamiento de nuestro cuerpo?

Hoy en día existen muchos alimentos procesados que contienen leyendas muy llamativas como: "adicionado con vitaminas y hierro", "fortificados con más de nueve minerales y vitaminas" o "enriquecidos con calcio, hierro y zinc" para convencernos de que son mejores productos alimenticios que otros en el mercado, porque nos aportan mayor cantidad de nutrimentos, especialmente de algunos elementos (minerales). Cereales, galletas, leche, alimentos para bebés, jugos, sopas, chocolates y otras golosinas son algunos ejemplos de ello (figura 2.87). En este mismo sentido, es frecuente ver comerciales que invitan a tomar agua embotellada con mucha regularidad para el buen funcionamiento del organismo, sobre todo aquellas que contienen bajas concentraciones de minerales disueltos.

En muchos casos, la razón por la que se incorporan elementos como el calcio, hierro y zinc a los alimentos procesados, es para combatir ciertos problemas relacionados con la desnutrición en la población infantil y adulta. Es cierto que con esto se ha logrado, en algunos países, combatir la desnutrición y la prevalencia de ciertas enfermedades como el bocio al adicionar yodo a la sal, ¿has escuchado el término "sal yodada" o "yodatada"?

Entonces, ¿cuál es la importancia de estos nutrimentos para el correcto funcionamiento del cuerpo, ya que con frecuencia los encontramos incorporados a los alimentos procesados para combatir ciertos aspectos de la desnutrición? ¿Y el agua? ¿Qué relación tiene con estos elementos y el correcto funcionamiento del cuerpo?



Figura 2.87 Todos los alimentos envasados contienen una etiqueta con información nutrimental.

Por otro lado, las leyendas en los alimentos “enriquecidos” o “fortificados” nos sugieren que son “más saludables” porque pueden cubrir todas nuestras necesidades diarias de estos nutrimentos, pero ¿será cierto? Si te interesa saber más sobre este asunto de nutrición y mercadotecnia, lee el artículo electrónico “¿Por qué comes lo que comes? Reflexiones sobre la alimentación moderna” de Agustín López Munguía en:

<http://edutics.mx/Jea> (consulta: 01 de junio de 2016).

### ¿Cuáles son las implicaciones en la salud o el ambiente de algunos metales pesados?

Algunos metales son muy importantes para la vida, como calcio, magnesio, sodio, potasio, hierro o zinc. Otros metales, sin embargo, resultan tóxicos para la mayoría de los organismos vivos. A estos metales se les conoce como metales pesados y son: plomo, mercurio, cadmio, níquel, aluminio, cobre, plata, vanadio, cromo y arsénico (figura 2.88).

La mayoría de ellos no son peligrosos en su forma elemental, es decir, como sólidos metálicos. Para que un metal nos haga daño debe ingresar a nuestro organismo en forma de compuestos iónicos.

La industrialización ha extendido este tipo de contaminación. Por ejemplo, en los países más desarrollados la contaminación con plomo, resultado de la combustión de algunas gasolinas, ha sido un problema importante, aunque desde hace unos años se está corrigiendo con el uso de gasolinas sin plomo. Antiguamente, algunos óxidos de plomo se utilizaban como barniz en cerámicas. Si éstas se utilizan para contener alimentos ligeramente ácidos, el plomo se disuelve y lo ingerimos con los alimentos. En México existen normas muy estrictas para la cantidad de plomo que puede extraerse de las vajillas de cerámica, sin embargo, no siempre se cumplen.

Un problema “emergente” es la migración de desechos de los países industrializados a los países pobres o menos desarrollados, por ejemplo, disfrazando la importación de productos chatarra como donaciones de computadoras, televisores, etcétera. Aunque no toda la contaminación es causada por los seres humanos. Algunos procesos naturales pueden hacer que el agua entre en contacto con minerales que contienen metales pesados y disolverlos.

Un caso de importancia a nivel mundial es la contaminación por arsénico, que en México se ha reportado en el norte del país. El consumo, durante periodos prolongados, de agua rica en arsénico resulta peligroso para la salud humana, ya que se observan efectos adversos como trastornos gastrointestinales, lesiones en la piel, daños en nervios y arterias pequeñas y diversos tipos de cáncer –piel, pulmón, riñón, hígado y vejiga– (figura 2.89). México está entre los diez países con mayor incidencia en intoxicación por arsénico.

Por otro lado, algunos metales que son necesarios para los seres vivos (por ejemplo, el cobre) resultan tóxicos cuando se acumulan en los suelos o las aguas en concentraciones altas. Recordemos lo que dijo Paracelso: “Nada es veneno, todo es veneno: la diferencia está en la dosis”. Puedes visitar el siguiente sitio oficial para conocer más detalles:

<http://edutics.mx/JeR> (consulta: 01 de junio de 2016).



**Figura 2.88** En el proceso de cromado en piezas metálicas de vehículos de transporte se liberan a la atmósfera partículas de cromo, las cuales tienen implicaciones respiratorias negativas.



**Figura 2.89** Pequeñas dosis de arsénico pueden provocar alteraciones en todos los sistemas del organismo.

## Mi proyecto

En este segundo proyecto del curso, debes trabajar con mayor profundidad en la elección del tema. Se te recomienda partir de preguntas, para guiarte proponemos más adelante algunas frases, pero tienes toda la libertad de elegir cualquier tema que esté relacionado con el bloque.

Partir de una buena pregunta, una que nazca de tus intereses e inquietudes, es una buena base para elegir un tema para desarrollar tu proyecto. Tal vez parece fácil, pero puede ser difícil expresar las dudas sobre un tema mediante preguntas concisas, ¿no lo crees? Para facilitar un poco la formulación de preguntas que te permitan desarrollar tu proyecto, te presentamos una propuesta de trabajo: tus compañeros y tú sigan las indicaciones, coordinados por su maestro.

1. Reúnanse en equipos y elijan a un compañero para que escriba las preguntas.
  - a) Las propiedades de los materiales se pueden aprovechar en la salud.
  - b) La clasificación química se usa para prevenir daños al ambiente y la salud.
  - c) El desarrollo del conocimiento de los materiales y su impacto en la vida cotidiana.
3. Tomen 5 minutos para esta actividad y consideren las siguientes reglas:
  - a) Escriban tantas preguntas como puedan.
  - b) No se detengan a discutir, responder o juzgar ninguna pregunta.
  - c) Si dicen una afirmación, conviértanla en pregunta.
4. En equipo, analicen todas sus preguntas y elijan aquella que consideren más importante y que pueda ser usada para desarrollar su proyecto.

### ► Planeación

#### Elección de tema o pregunta

Escriban la pregunta que represente el tema que desarrollarán. Traten de que sea lo más concreta posible. Eso les permitirá planificar mejor las actividades que desarrollarán y verificar si se ha cumplido el objetivo (figura 2.90).

#### Organización de actividades

1. ¿Qué tipo de proyecto es? En este bloque les sugerimos que hagan investigaciones y experimentos que les permitan conocer más sobre las propiedades de los materiales para evaluar las implicaciones sobre la salud. Les sugerimos realizar un proyecto ciudadano.
2. ¿Qué necesitan saber para responder la pregunta? Escriban la información, dispositivos, experimentos o pruebas necesarias para lograr el objetivo de responder la pregunta.



**Figura 2.90** Planifiquen el proyecto en equipo una vez que cada integrante ha llegado con una propuesta concreta.

- Si van a construir un dispositivo o realizar experimentos, planifiquen con anterioridad el material que necesitarán.
- ¿Cuál es la fuente de información? Para la información que necesiten (del punto anterior) piensen cuál es la fuente adecuada: libros, revistas científicas o de divulgación, consultas con expertos y entrevistas. Cada fuente aportará información muy específica para llevar a cabo su proyecto. Escriban el tipo de información que usarán y cuál es la fuente adecuada.
- ¿Qué y cuándo lo harán? Al igual que en el proyecto anterior, les sugerimos el uso de una tabla para organizarse:

Actividad	Responsable	Fecha de entrega

### ► Desarrollo

#### Análisis de información

Muestran a su maestro sus resultados y compartan la experiencia. Usen sus comentarios para hacer una evaluación general sobre su utilidad.

Una vez terminadas las actividades, háganse la pregunta: ¿Se puede responder la pregunta inicial con lo obtenido en las actividades? Están a tiempo para corregir, así que si consideran que les hace falta más información, nuevos experimentos u otra cosa, trabajen en ello. Si consideran que no hay tiempo o que las actividades necesarias escapan a sus posibilidades, deberán reportarlo como parte de los resultados con la justificación correspondiente.

#### Resultados

Verifiquen si la información obtenida cumple con las expectativas y evalúen su utilidad en función de los objetivos planteados en su elaboración.

Organicen los resultados de las actividades de tal forma que den respuesta a la pregunta inicial de manera congruente y constructiva. Si encontraron más de lo que buscaban, piensen a qué pregunta están respondiendo y organicen sus resultados según su nueva pregunta.

Hagan una síntesis, presentando un resumen de todo lo que hicieron y con los resultados más importantes, luego escriban un relato del desarrollo completo (figura 2.91).

#### Desarrollar las actividades según el cronograma

Con la supervisión de su profesor, lleven a cabo cada una de las actividades planteadas en el cronograma. Es posible que se den cuenta de que faltaban o sobraban actividades, así que, si está justificado, hagan los ajustes necesarios.

Si decidieron realizar un proyecto ciudadano, organicen las sesiones para hacer las prácticas de campo necesarias, en las que pueden seguir las etapas correspondientes:

- Objetivo de la práctica.
- Justificación de la práctica: ¿por qué piensan que puede ser útil y que les dará la información que buscan?
- Lista de actividades y reparto de responsabilidades para desarrollarlas.



**Figura 2.91** Pueden registrar con fotografías los resultados de sus investigaciones de campo. Tengan en cuenta que deben consultar si es posible tomar fotos de determinados lugares o personas.

- Ejecución y registro de información.
- Resumen del proceso.
  - Si lo consideran necesario, pueden tomar fotografías o video.
- Realicen el resto de las actividades según el cronograma.

### ► Comunicación

#### Elección del método de comunicación

Para este proyecto les sugerimos que comuniquen los resultados de su proyecto a una comunidad mayor a su salón. Para ello pueden hacer una presentación de sus resultados o un periódico mural con imágenes y explicaciones de lo que descubrieron. Un tríptico o volantes también pueden ser una buena herramienta.

### ► Evaluación

Te sugerimos que en tu cuaderno respondas el siguiente cuestionario.

- En el desarrollo del proyecto, ¿qué conceptos del bloque aplicaste?
- Si hicieron una práctica de campo, ¿lograste las metas esperadas?
- ¿Cómo podrías mejorar tu investigación?
- ¿Estás satisfecho con el desarrollo del proyecto? ¿Por qué?
- ¿Respondiste la pregunta inicial?
- ¿Qué crees que podrías mejorar?

Etapas	¿Cómo evalúas tu participación?	¿Cómo puedes mejorar?
Elección del tema		
Planeación		
Desarrollo		
Comunicación		

### ► Conclusión

Después de una sesión grupal en la que hayan compartido sus experiencias en este proyecto, escriban una conclusión grupal y otra individual, para las que pueden usar como guía las preguntas:

- ¿El conocimiento sobre las propiedades de los materiales ha beneficiado a la sociedad?
- ¿Cómo lo observé en este proyecto?
- ¿Nos es posible entender mejor el vínculo entre la sociedad y la ciencia?
- ¿Hay relación entre la tecnología y la ciencia? ¿Cómo lo sé?

## Autoevaluación

Marca con una \* la opción que demuestre tus alcances correspondientes a los aprendizajes esperados, y responde la pregunta.

Aprendizaje esperado	¿Logré el aprendizaje?		¿Cómo puedo mejorar?
	Sí	No	
Clasifico materiales en mezclas, compuestos y elementos, y los represento con el modelo corpuscular.			
Identifico los electrones de valencia en un enlace químico, y represento iones, átomos y moléculas mediante los modelos de Bohr y Lewis.			
Identifico las propiedades y las aplicaciones de los metales con el fin de tomar decisiones para promover su rechazo, reducción, reúso y reciclado.			
Identifico las características de los trabajos de Cannizzaro y Mendeleiev, y argumento la importancia de la comunicación de ideas y de los productos de la ciencia.			
Identifico que los elementos se caracterizan por el número de protones, analizo la información de la tabla periódica y la abundancia de los elementos en los seres vivos.			
Identifico las propiedades de los materiales que dependen de su tipo de enlace químico.			

Responde en tu cuaderno la siguiente pregunta: ¿Cómo puedo mejorar mi desempeño?

## Coevaluación

La siguiente tabla es para evaluar a tus compañeros de equipo. Para cada uno, usa una hoja en la que escribas su nombre y respondas sí o no a los indicadores propuestos. Anota qué le sugieres para mejorar. Es muy importante que seas objetivo, pues tus comentarios deben servir para que tus compañeros mejoren su desempeño.

Nombre de mi compañero \_\_\_\_\_

Indicador	Sí	No	Tú le recomiendas...
Escuchó con respeto y tolerancia las opiniones y sugerencias de los demás.			
Participó en la construcción de soluciones para organizar el trabajo de equipo.			
Cumplió oportunamente con las tareas y responsabilidades que le correspondieron.			
Participó en la solución no violenta de conflictos.			
Reconoció a la ciencia y tecnología como una construcción colectiva.			
Participó en un consumo responsable.			
Consideró en las actividades experimentales el manejo adecuado de residuos para el cuidado del ambiente.			

## Evaluación TIPO PISA

Lee y responde.

Actualmente, los automóviles cuentan con un sistema de seguridad llamado "bolsas de aire", que se inflan automáticamente para proteger a los pasajeros en colisiones de determinada magnitud. Con el impacto, un sensor hace que una chispa inicie una reacción en la que uno de sus productos infla la bolsa en fracciones de segundo, evitando el choque directo con las partes del vehículo (figura 2.92).

El diseño de este tipo de dispositivos requiere de gran conocimiento químico e inventiva, y para ponerlo en práctica de modo seguro se hacen numerosas pruebas.



**Pregunta 1.** Una empresa automotriz desea probar nuevos sistemas de inflado de bolsas de aire, utilizando reacciones distintas a las que se usan convencionalmente. ¿Qué aspectos debe cumplir la reacción que se desea probar para producir bolsas de aire?

- Debe poder iniciar a una temperatura moderada.
- Debe producir una gran cantidad de un gas inocuo en un tiempo muy corto.
- Los reactivos deben ser gases.
- No importa el estado de agregación de las sustancias producidas, siempre y cuando se generen rápidamente.

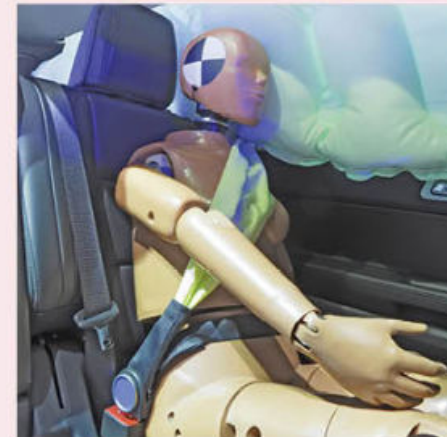


Figura 2.92 Las bolsas de aire se inflan en fracciones de segundo.

**Pregunta 2.** La empresa investigará diferentes reacciones para desarrollar el producto deseado. Para que la sustancia que se produce tenga el estado de agregación deseado, ¿qué tipo de enlace debe tener la molécula?

- Debe ser un compuesto iónico.
- Debe formar una red metálica.
- No importa el tipo de enlaces que lo formen.
- Debe ser un compuesto covalente.

**Pregunta 3.** La reacción comúnmente utilizada en las bolsas de aire produce nitrógeno molecular [ $N_2(g)$ ] y sodio metálico [ $Na(m)$ ]. Uno de estos productos infla la bolsa de aire y el otro se elimina mediante otras reacciones. ¿Por qué?

- El sodio infla la bolsa y el nitrógeno debe eliminarse porque es un gas peligroso.
- El sodio infla la bolsa y el nitrógeno debe eliminarse porque es un sólido peligroso.
- El nitrógeno infla la bolsa y el sodio debe eliminarse porque es un sólido peligroso.
- El nitrógeno infla la bolsa y el sodio debe eliminarse porque es un líquido peligroso.

**Pregunta 4.** Aspectos fundamentales en la construcción de automóviles seguros son: el diseño, la selección de materiales y la ubicación de los tanques de combustible (figura 2.93). Actualmente, muchos automóviles utilizan como combustible diferentes mezclas de sustancias covalentes no polares (como la gasolina o el diesel). ¿Por qué los tanques de gasolina deben cerrar herméticamente para garantizar la seguridad y economía del vehículo?

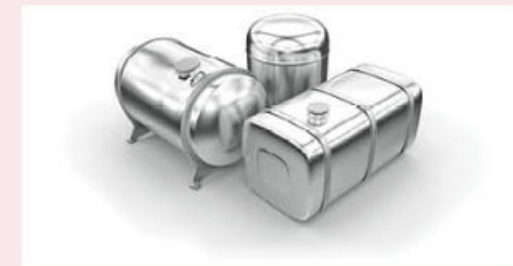
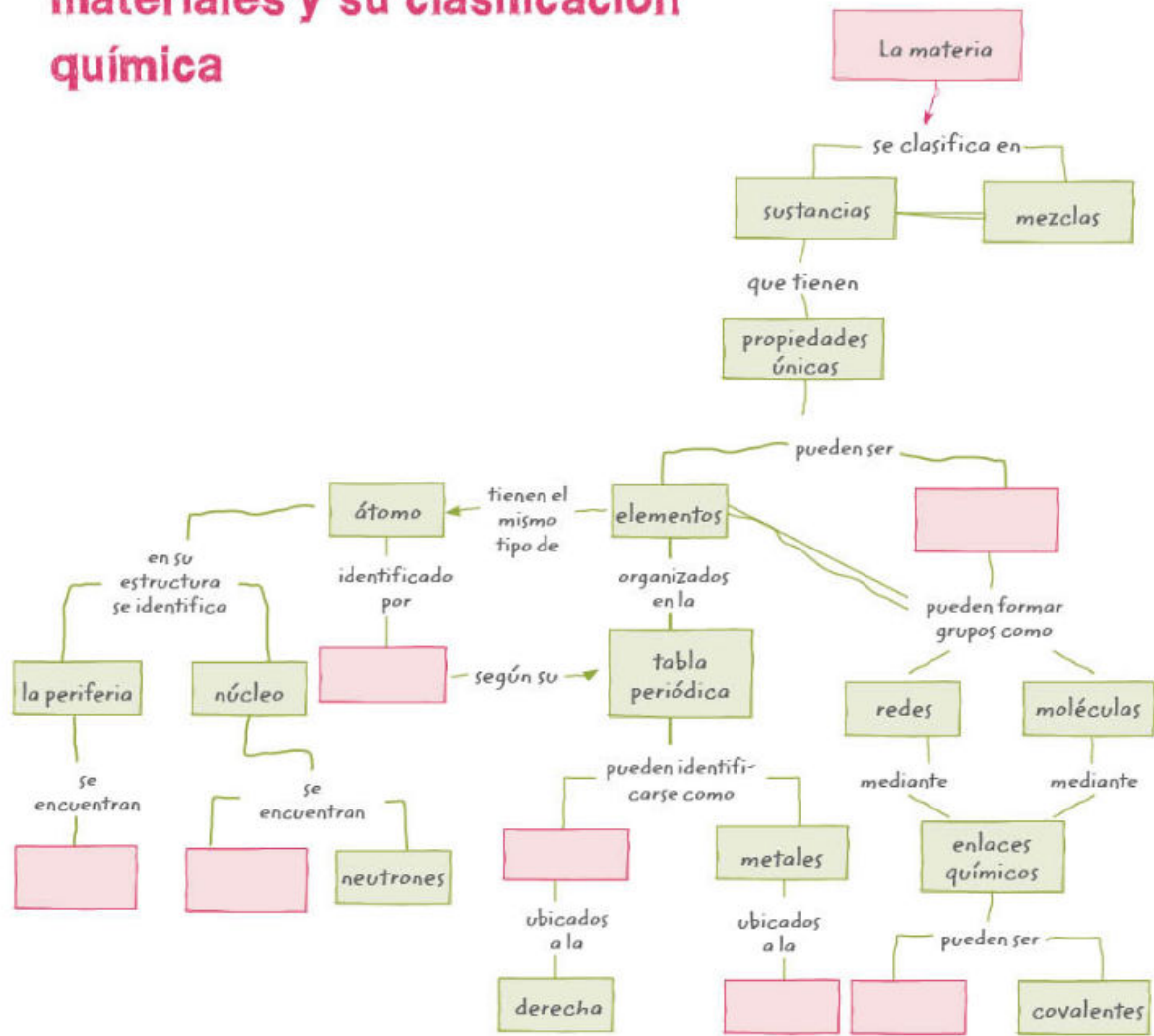


Figura 2.93 Los automóviles tienen diferentes tanques de combustible.

## Las propiedades de los materiales y su clasificación química



1. Completa el mapa con las opciones: electrones, número atómico, no metales, protones, compuestos.
2. Incluye en el mapa los siguientes conceptos: "conductividad eléctrica", "aislante", "ductilidad".
3. Relaciona el término "protones" y "número atómico" con el conector apropiado.
4. Establece en el mapa una distinción entre "electrones de valencia" y "electrones interiores".

# PONTE LAS PILAS RECARGABLES

Sustentabilidad

Es cierto que cada vez usamos más la tecnología: teléfonos celulares, cámaras digitales, computadoras y videojuegos portátiles son en la actualidad de consumo popular. Todos estos aparatos necesitan energía eléctrica y muchos funcionan con pilas (figura 2.94) el consumo a nivel mundial de estos dispositivos ha aumentado enormemente y ha comenzado a generar graves problemas de contaminación. La pila común funciona gracias a las reacciones electroquímicas que se producen en su interior. Contiene metales pesados, como mercurio, zinc, cadmio y

níquel, que son elementos tóxicos para el ser humano. Tirar las pilas al bote de basura significa que irán al basurero municipal, donde permanecerán por muchos años: su cubierta metálica se oxida, se rompe y permite la salida de los elementos tóxicos, los cuales se filtran al suelo, contaminan los mantos acuíferos y afectan a los seres vivos. El litio es un elemento químico usado actualmente en la fabricación de pilas recargables de larga duración. El uso de baterías recargables reduce tanto los desechos tóxicos como los costos para el consumidor.

No obstante este avance en las pilas, las más utilizadas son las desechables, pero también son las más contaminantes. ¿En tu comunidad hay depósitos para pilas usadas? ¿Conoces las recomendaciones que hacen las autoridades para desecharlas? Una de las medidas para desechas es guardar las pilas inservibles dentro de botellas de plástico bien cerradas, para evitar la liberación de los metales tóxicos. Reflexiona: ¿vale la pena usar pilas recargables?, ¿puedes disminuir el uso de pilas? ¿Qué propiedades de los metales pesados dañan el ambiente?

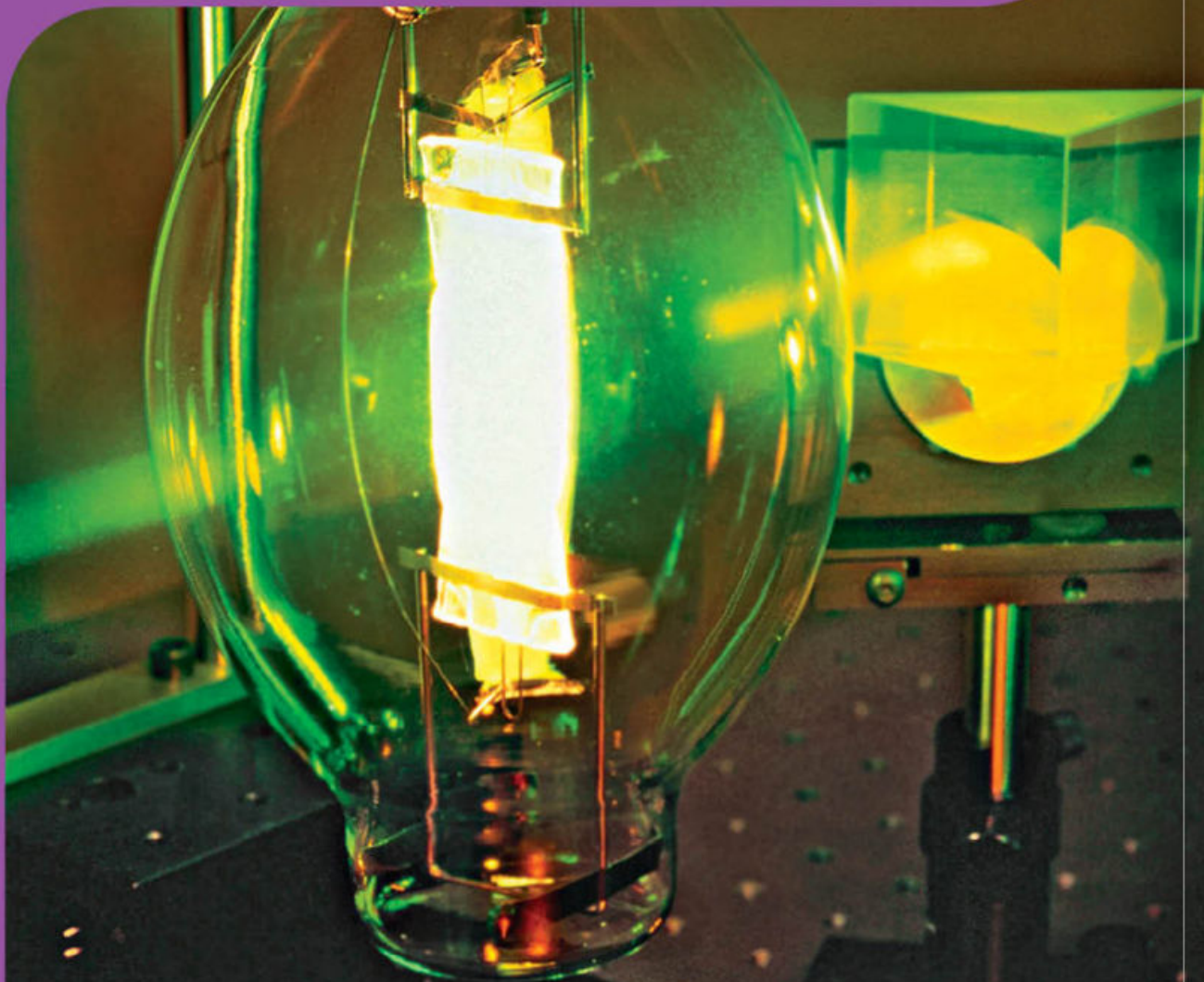


Figura 2.94 En la Ciudad de México se tiran a la basura 51.6 millones de pilas al año.

# B3

## La transformación de los materiales: la reacción química

Has avanzado en tu curso y conoces sobre elementos, compuestos, mezclas y reacciones químicas e identificas en tu entorno algunos de éstos. Ahora es tiempo de que valores la importancia de conocer y realizar acciones para hacer un consumo responsable de alimentos, productos y servicios. También, de entender cómo ocurren los cambios químicos y de considerar la energía necesaria para que ocurran, así como la conservación de la masa. Conocerás las escalas de medida y el uso de exponentes para representar cantidades muy grandes y pequeñas, y los procesos que permitieron consolidar a la química como una ciencia.



### Competencias que se favorecen

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

### Aprendizajes esperados

- Describe algunas manifestaciones de cambios químicos sencillos (efervescencia, emisión de luz o calor, precipitación, cambio de color).
- Identifica las propiedades de los reactivos y los productos en una reacción química.
- Representa el cambio químico mediante una ecuación e interpreta la información que contiene.
- Verifica la correcta expresión de ecuaciones químicas sencillas con base en la Ley de conservación de la masa.
- Identifica que en una reacción química se absorbe o se desprende energía en forma de calor.
- Identifica que la cantidad de energía se mide en calorías y compara el aporte calórico de los alimentos que ingiere.
- Relaciona la cantidad de energía que una persona requiere, de acuerdo con las características tanto personales (sexo, actividad física, edad y eficiencia de su organismo, entre otras) como ambientales, con el fin de tomar decisiones encaminadas a una dieta correcta.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.

### Temas transversales

- Educación para la salud
- Educación del consumidor

### Contenido

**Tema 1. Identificación de cambios químicos y el lenguaje de la química**

- Manifestaciones y representación de reacciones químicas (ecuación química).

**Tema 2. ¿Qué me conviene comer?**

- La caloría como unidad de medida de la energía.
- Toma de decisiones relacionada con los alimentos y su aporte calórico.

**Tema 3. Tercera revolución de la química**

- Tras la pista de la estructura de los materiales: aportaciones de Lewis y Pauling.
- Uso de la tabla de electronegatividad.

**Tema 4. Comparación y representación de escalas de medida**

- Escalas y representación.
- Unidad de medida: mol.

**Proyecto: Ahora tú explora, experimenta y actúa. Integración y aplicación**

- ¿Cómo elaborar jabones?
- ¿De dónde obtiene la energía el cuerpo humano?

**Proyectos: Ahora tú explora, experimenta y actúa. Integración y aplicación**

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





## Identificación de cambios químicos y el lenguaje de la química

A nuestro alrededor, ocurren fenómenos que percibimos pero no siempre sabemos cuál es su naturaleza, como el burbujeo de las pastillas de antiácidos o la acción de los líquidos “quita cochambres” sobre las parrillas de una estufa. Es frecuente ver carcomidos los marcos de herrería de las ventanas, mostrando, algunas partes, un polvo rojizo, entonces decimos: “están oxidados” (figura 3.1). Lo mismo sucede con algunos alambres y clavos que están expuestos a la intemperie, pero ¿qué significa esto? ¿Qué es la oxidación? ¿Todos los materiales se oxidan? ¿Se trata de un cambio físico o químico? Responder estas preguntas nos ayudará a conocer cómo podemos evitar que se dañen los marcos de una ventana, o bien, determinar qué otros materiales podemos usar para construir productos resistentes.



Figura 3.1 Los metales se oxidan.

### El cambio químico

Seguramente, todos los días, observas los cambios de varios materiales, por ejemplo, en las mañanas muy frías, el agua de rocío se congela en algunas superficies. Al aumentar la temperatura, el agua congelada se vuelve agua líquida; aunque cambia su estado de agregación, sigue siendo la misma sustancia.

Cuando se ponen en contacto dos sustancias, obtenemos mezclas, como las que estudiaste en el Bloque 2, en donde vimos que podemos recuperar cada una de las sustancias. Pero, ¿qué pasa cuando se cocina un huevo? Cocido, revuelto o estrellado al enfriarse no regresa a su estado inicial. Es un cambio similar al de la gasolina que consume un automóvil, o al de la madera que mantiene encendida una fogata, en esos cambios ya no podemos recuperar el material original. Por ejemplo, la madera desaparece, pero quedan cenizas y a veces rastros de un material rico en carbón, ambos con características distintas a la madera y, por lo tanto, con propiedades diferentes. Lo mismo sucede con la gasolina, después de que se quema, en el motor se producen sustancias en estado gaseoso muy diferentes al combustible original.

Para distinguir entre los procesos que implican sólo un cambio en el estado de agregación o de reducción de tamaño (cambios físicos), de los que implican una transformación en nuevas sustancias, utilizamos el término **cambio químico**. A diferencia de lo que sucede con los cambios físicos, en éste siempre se forman nuevas sustancias. ¿Qué les pasa a las sustancias originales? ¿Por qué cambian las propiedades de las sustancias? ¿Qué tan comunes son estos cambios? ¿Cómo podemos percibirlos? ¿Qué les pasa a los átomos durante un cambio químico? Para contestar estas preguntas, tenemos que mejorar nuestra capacidad de distinguir un cambio químico de un cambio físico.

#### TE RECOMENDAMOS...

Leer la obra de Ávila, Javier y Joan Genescá, *Más allá de la herrumbre*, México, Fondo de Cultura Económica, 1987 (La Ciencia para todos), disponible en <http://edutics.com.mx/4yF> (consulta: 01 de junio de 2016), para conocer más acerca de cambios químicos.



### Manifestaciones de cambios químicos sencillos

Describirán algunas manifestaciones de cambios químicos sencillos. También identificarán que las propiedades de los reactivos son diferentes de las de los productos en una reacción química.

#### Material

- Pipeta o gotero
- Pinzas de metal
- Una vela
- Encendedor
- Vidrio de reloj
- Botella de refresco de plástico transparente
- Globos
- Tres frascos pequeños de boca ancha
- Pipeta de 10 ml
- Una probeta de 100 ml (jeringa o vaso medidor para cocina)
- Balanza granataria
- Una perilla de hule

Una espátula

Cinta adhesiva

Una varilla de vidrio o agitador

Cinta de magnesio

Vinagre blanco

Sulfato de cobre que se puede conseguir en las ferreterías

Cloruro de sodio

Bicarbonato de sodio

Limpiador con amoníaco

Agua de cal (poner dos cucharadas soperas de cal en 1 l de agua, agitar por 10 minutos y cubrir; dejar reposar toda la noche, tomar sólo la parte clara de la mezcla).

#### Procedimiento 1

1. Antes de comenzar, revisen la tabla 3.1 de la página siguiente, en la cual anotarán sus observaciones.

- a) Identifiquen las propiedades cualitativas del magnesio metálico. Hagan una lista en su cuaderno.
- b) Con las pinzas de metal, sujeten por un extremo un pedazo de cinta de magnesio de aproximadamente 2 cm de largo. Acérquenlo a la llama de la vela y esperen a que ocurra un cambio (figura 3.2). Describan, en un resumen, sus observaciones.
  - Seguramente notaron varias cosas, de todas ellas, ¿cuál les resultó más interesante?
  - ¿Qué cambios se presentaron en este experimento? Comparen los resultados con un trozo de magnesio que no se haya puesto en la llama.
  - Describan las propiedades cualitativas de la sustancia que se formó.
  - Expliquen si lo que queda después de quemar el magnesio, es un nuevo material.
  - Lo que ocurre, ¿corresponde a un cambio químico o a uno físico?

#### Procedimiento 2

1. Introduzcan una cinta de magnesio de un centímetro dentro de un globo cuidando de no rasgarlo. Sujeten la boca del globo a la boca de una botella de plástico transparente con la cuarta parte de vinagre blanco y sellen con cinta adhesiva. Dejen caer la cinta de magnesio al vinagre. Observen lo que sucede y registren sus observaciones.

#### Recuerda que...

Algunas manifestaciones de cambios químicos sencillos son: emisión de luz, efervescencia, cambio de color y precipitación.



Figura 3.2 No sostengan las pinzas por encima de la flama, sino en posición perpendicular a ella, ¡ya que pueden quemarse!

- ¿Qué pasó con la cinta de magnesio? Describan lo que observaron.
  - Habrán notado que el globo cambió su tamaño, ¿a qué pudo deberse esto?
  - ¿Consideran que el proceso produjo un nuevo material? ¿Cuál es su estado de agregación? ¿Qué evidencia tienen de ello?
- Repitan la actividad, pero esta vez usando 10 gramos de bicarbonato de sodio (escriban su fórmula utilizando el anexo 2, al final del libro) en lugar de la cinta. Burbujeen el contenido capturado en el globo en agua de cal. Comparen lo que sucede al burbujear aire con una perilla de hule. ¿Qué evidencias hay de que el globo contiene una nueva sustancia?
  - Antes de llevar a cabo los experimentos 3 y 4, preparen las siguientes disoluciones:
    - Disolución 1.** Disuelvan 20 g de cloruro sodio en 100 ml de agua.
    - Disolución 2.** Disuelvan 6 g de sulfato de cobre en 50 ml de agua.

### Procedimiento 3

- ¿Cuáles son las propiedades cualitativas de las dos disoluciones de sulfato de cobre y de cloruro de sodio?
- Coloquen la disolución 2 en un frasco. Con ayuda de la pipeta, agreguen gota a gota 15 ml de la disolución 1. Agiten constantemente con la varilla de vidrio.
- ¿Se produjo un cambio al mezclar las disoluciones? ¿qué propiedad cualitativa cambió? Describan lo que observaron.
- ¿Cómo es la sustancia que resultó? Describan cuáles son las propiedades de la sustancia que se formó. ¿Pueden considerarla un nuevo material?

### Procedimiento 4

Viertan 25 ml de la disolución 2 en un frasco. Con la pipeta, agreguen gota a gota 50 ml de limpiador con amonio. Agiten con la varilla de vidrio. Usen las disoluciones en la cantidad y orden indicados.

- ¿Se produjo algún cambio al incorporarlas?
- ¿Cómo es la sustancia que se formó? ¿Constituye un nuevo material?

En la tabla 3.1, registren los cambios que observaron en las sustancias que usaron para hacer todos los experimentos. Marquen con una paloma o con una x si hubo cambios o no. ◀

#### ¡ATENCIÓN!

Recolecten los residuos del experimento 4 en un vidrio de reloj y entréguelo a su maestro. Vacíen cada una de las disoluciones de los experimentos 2, 3 y 4 en frascos con tapa, etiquétenlos y entréguelos a su maestro para que los deseché de manera adecuada.

Tabla 3.1 Cambios observados en las sustancias usadas en los experimentos

Procedimiento	Antes del procedimiento				Después del procedimiento			
	Estado de agregación	Color	Textura	Otros	Estado de agregación	Color	Textura	Otros
1								
2								
3								
4								

## Manifestaciones y representación de reacciones químicas

Quizá no puedas determinar qué sustancia resultó en cada experimento, pero seguramente puedes afirmar que las sustancias que había al inicio, no fueron las mismas que obtuvieron al final. Cuando sucede un cambio químico, unas sustancias se transforman en otras, lo que se reconoce porque hay un cambio en las propiedades del sistema (figura 3.3).

Pensemos en el magnesio de la actividad anterior: antes de ponerlo en la llama podías reconocerlo como un metal por su brillo y su capacidad para deformarse (podías doblarlo sin romperlo), después de un tiempo de estar en la llama, pudiste notar una luz muy intensa y cuando ésta cesó, viste un polvo blanco que apenas al tocarlo se rompía.

Podemos decir que las **propiedades** del material de origen (el magnesio) no se reconocen en el material final, ahora tenemos un material con propiedades enteramente diferentes (frágil y opaco).

Entre las propiedades que cambian, podemos citar no sólo el estado de agregación, también, el color, el olor, la textura, si hablamos de propiedades cualitativas. Para ser aún más específicos, también cambian la viscosidad, los puntos de fusión y ebullición y la densidad, si hablamos de propiedades cuantitativas, entre otras. Esto sucede porque los átomos que forman las diferentes sustancias se combinan y se reacomodan de distinta manera (figura 3.4).

### Las evidencias cualitativas de los cambios químicos y la energía

El proceso en el que ocurre un **cambio químico** se denomina **reacción química**, durante ésta se rompen los enlaces entre los átomos de las sustancias y se forman otros enlaces, lo cual da lugar a una o más nuevas sustancias. En las reacciones químicas, las sustancias iniciales se llaman **reactivos** y las que resultan del proceso de transformación, **productos**. Si revisas la información que registraste en la tabla 3.1, podrás verificar que las propiedades cualitativas de los reactivos y los productos son diferentes en cada reacción que realizaste y podrás confirmar que hubo un cambio químico en cada caso.

Revisa tus resultados y observaciones de los experimentos anteriores e identifica en cuál se presentó alguno de los siguientes fenómenos:

- Emisión de luz
- Efervescencia
- Cambio de color
- Formación de un **precipitado**.

Te habrás dado cuenta de que los materiales que usaste tenían algunas propiedades antes del experimento y que al final, obtuviste nuevos materiales con propiedades distintas.

En los experimentos anteriores, pusiste en práctica varias maneras de saber que lo que ocurrió fueron cambios químicos: al describir diferentes formas en que éstos se manifiestan. También, te diste cuenta de que es fundamental conocer las propiedades de las sustancias para reconocer si hubo cambio químico o no.



Figura 3.3 La efervescencia es un cambio químico que observamos cuando se disuelven algunos medicamentos en agua.

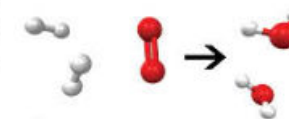


Figura 3.4 Durante una reacción química los átomos se reacomodan.

#### GLOSARIO

**Precipitado.** Sólido que se forma de manera espontánea durante una reacción química por la formación de un producto no soluble.

#### Recuerda que...

En la secuencia 6 del Bloque 2, viste que la electrólisis es el proceso químico que utiliza la corriente eléctrica para separar los elementos de algunas sustancias.

Además de la **emisión de luz**, el **cambio de color**, la **efervescencia** y la **precipitación** en una reacción química, también podemos identificar que se absorbe o desprende energía en forma de calor.

Las reacciones donde se absorbe energía en forma de calor se denominan **reacciones endotérmicas**, por ejemplo, en la obtención de metales a partir de minerales. La electrólisis también se considera endotérmica, pues el sistema absorbe energía aunque no como calor.

En los casos en los que se desprende energía en forma de calor, se les llama: **reacciones exotérmicas**. Por ejemplo, la combustión.

A veces, los cambios de energía son tan sutiles que sin la ayuda de aparatos no podemos observarlos; sin embargo, las propiedades intensivas de las nuevas sustancias siempre son diferentes.



**Absorción y desprendimiento de energía en una reacción química**  
Identificarán que en algunas reacciones químicas, se absorbe o desprende energía en forma de calor.

#### Material

Bicarbonato de sodio, vinagre blanco, probeta de 100 ml, espátula, cuchara, vasos de unicel, termómetro, sulfato de cobre, corcho, tubo de ensayo y agua.

#### Procedimiento 1

- Coloquen dos cucharadas de bicarbonato de sodio dentro de un vaso de unicel.
- Introduzcan por la base del otro vaso un termómetro, pongan este vaso arriba del primero, de manera que el bulbo del termómetro entre en contacto con el bicarbonato contenido en el primer vaso (figura 3.5); registren la temperatura.
- Levanten el vaso con el termómetro. Agreguen 100 ml de vinagre al vaso con bicarbonato, tapen nuevamente y sujetando ambos vasos revuelvan con cuidado.
- Después de 3 minutos, registren la temperatura que marca el termómetro. Comparen la temperatura inicial con la final.
- Vacíen el contenido del vaso en el drenaje, laven los vasos y guárdenlos para otras experiencias.

#### Procedimiento 2

- Pongan sulfato de cobre en un tubo de ensayo hasta cubrir la cuarta parte. Calienten hasta que el contenido cambie por completo.
- Cuando el tubo se haya enfriado, pídanle a un compañero que sujete el tubo y que describa lo que siente a medida que le agregan 10 ml de agua. Tapen el tubo con un corcho y guárdenlo para que otros compañeros puedan usarlo después.

#### Resultados y conclusiones

- Según sus registros, ¿hay evidencias de un cambio químico? ¿Cuál o cuáles son éstos?



Figura 3.5 Dispositivo armado.

- Describan, con base en sus registros, en cuál de los casos se obtuvo energía del sistema y en qué caso fue necesario aplicar energía sobre él para conseguir el cambio. Con base en sus descripciones, indiquen si los cambios fueron endotérmicos o exotérmicos. ◀

### Representación de reacciones químicas (ecuación química) con base en la Ley de conservación de la masa

En secuencias anteriores revisaste diferentes maneras de representar las sustancias (figura 3.6), como son: modelo cinético, estructuras de Lewis, estructuras en tres dimensiones, nombre y fórmula químicos, pero ¿cómo podemos representar la transformación de las sustancias o el cambio químico? Pensemos en lo que sucede cuando encendemos la estufa, se lleva a cabo una reacción exotérmica que se manifiesta con emisión de luz y calor en forma de fuego.

A menudo, aprovechamos las reacciones químicas para obtener energía, por ejemplo el uso de encendedores nos ha dado una forma segura y fácil de obtener una flama. Un encendedor contiene gas propano, que es un hidrocarburo (compuesto formado por carbono e hidrógeno); tiene dos enlaces simples de carbono y su fórmula química es  $C_3H_8$ , es un gas inflamable –lo que significa que arde con facilidad–. Tiene usos domésticos e industriales (figura 3.7).

En algunos lugares del país se usa en las casas el gas LP (licuado de petróleo) que contiene, entre otros gases, propano. Como es incoloro e inodoro, es peligroso si se maneja mal (es explosivo si se mezcla con el aire), así que por seguridad se le agrega una sustancia gaseosa muy olorosa que se llama mercaptano para poder detectar una posible fuga, es ese olor característico que detectamos antes de decir: ¡huele a gas!

Si midiéramos la masa de las sustancias involucradas en una reacción, justo como Lavoisier lo hizo, notaríamos una característica muy importante de las reacciones químicas. Por ejemplo, si medimos las masas de la combustión del propano en una estufa, en las mejores condiciones posibles, podemos obtener resultados de la siguiente manera:



Podemos decir que en cualquier cambio químico, la masa de los materiales que reaccionan, comparada con los que se forman, es la misma. Si recuerdas bien, éste es el origen de la química como ciencia.

Un modo muy práctico de representar la reacción de combustión del gas propano es mediante una **ecuación química**, como la que se muestra:

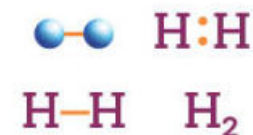


Figura 3.6 Representaciones de la molécula de hidrógeno.

#### TE RECOMENDAMOS...

Leer de tu Biblioteca de Aula el libro de Córdova, José Luis, *La química en la cocina*, México, FCE-SEP, 2003, para que conozcas reacciones químicas en tu vida cotidiana.



Figura 3.7 En la reacción de combustión del propano, observamos que se libera energía en forma de luz y calor, que se manifiesta como una flama.

En las ecuaciones químicas, los reactivos se separan entre sí con el signo + al igual que los productos en este caso, el signo + identifica que hay más de una sustancia pero no indica una suma en el sentido matemático. Y los reactivos se separan de los productos con una flecha → que representa la transformación de las sustancias.

La dirección de la flecha indica el sentido de la transformación. En esta ecuación química, el propano y el oxígeno molecular se transforman en dióxido de carbono y agua. La ecuación química escrita con fórmulas es la que más utilizan los químicos, (imagínate escribir como texto –como en los ejemplos anteriores– un cambio en el que participen cuatros sustancias como reactivos y se formen siete sustancias, sería largo y confuso) en ella los reactivos representan el “antes”, y los productos el “después”. Por ejemplo, la ecuación que describe la formación de agua a partir de hidrógeno y oxígeno molecular es:



Hay otras buenas razones para preferir el uso de fórmulas a la de expresiones verbales, piensa en la siguiente fórmula:  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ . Sin importar si el texto está en griego, chino o español, los que saben química indudablemente reconocen de qué sustancia se trata. En este caso tenemos unos números pequeños al lado del símbolo del elemento: éstos se llaman **subíndices** y representan el número de átomos de cada elemento que hay en la fórmula de la sustancia (figura 3.8).

Como ya sabemos, las reacciones químicas cumplen con la **Ley de conservación de la masa**, por lo tanto, las ecuaciones químicas deben dar cuenta de que la masa se conserva. Para ello, además de las fórmulas de las sustancias, también tienen que indicarse cuántas de estas fórmulas participan; por ejemplo, en la reacción de formación del agua: *a* moléculas de hidrógeno, reaccionan con *b* moléculas de oxígeno, para producir *c* moléculas de agua, de manera que se cumpla la Ley de conservación de la masa y la ecuación se escribe así:



A los números representados como *a*, *b* y *c* se les llama **coeficientes estequiométricos**, y denotan la cantidad de fórmulas (en su caso, átomos o moléculas) de cada sustancia que participa en la reacción. Cuando una ecuación química cumple con la Ley de conservación de la masa y tiene el mismo número de átomos de cada elemento antes (reactivos) y después (productos), se dice que está **“balanceada”**.

Observa que *c* indica cuántas moléculas de agua se forman, por lo que afecta tanto al hidrógeno (H) como al oxígeno (O), porque se refiere al número de moléculas, y en cada molécula de agua hay dos hidrógenos y un oxígeno.

Cuando no aparece ningún número en los subíndices de las fórmulas o en los coeficientes estequiométricos, es porque su valor es igual a uno. Así, en los reactivos hay  $2a$  hidrógenos y  $2b$

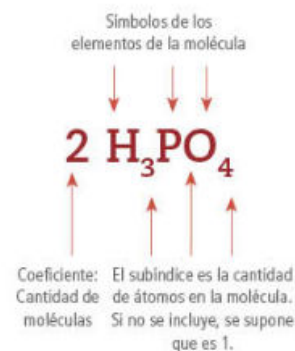


Figura 3.8 Componentes de una fórmula química.

oxígenos, mientras que en los productos hay  $2c$  hidrógenos y *c* oxígenos. La forma correcta de escribir la reacción química que da origen al agua es la siguiente:



### ¿Cómo se representa la información en una ecuación química con base en la Ley de conservación de la masa?

Representarás el cambio químico mediante una ecuación e interpretarás la información que contiene.

1. Escribe en tu cuaderno la ecuación química que representa la combustión del propano, (consulta su fórmula en la página 149) representa las sustancias con las estructuras de Lewis.
2. Representa la combustión del propano con una ecuación química; utiliza la fórmula química de cada sustancia (considera las moléculas de la figura 3.9).
3. Haz un listado de los elementos presentes y luego cuenta los átomos de cada elemento que hay en cada lado de la ecuación (reactivos y productos) y contesta:
  - a) ¿Hay el mismo número de átomos en el lado de los reactivos y los productos? ¿Sobran átomos en los reactivos o en los productos? ¿Cuántos y de qué elemento?

Recuerda que de acuerdo con la Ley de conservación de la masa, ésta no se crea ni se destruye. Eso significa que esta ecuación química no cumple con este principio; sería como afirmar que  $4 + 3$  son 8.

4. Balancea la ecuación química que representa la combustión del propano ( $\text{C}_3\text{H}_8$ ) agregando los coeficientes estequiométricos correspondientes. Empieza por balancear los átomos de carbono, luego los de hidrógeno y, por último, los de oxígeno. Para que esta tarea sea más fácil, completa primero las filas de la tabla 3.2 y luego anota los coeficientes correctos en la ecuación.
5. Contesta, ¿cuáles son las ventajas y desventajas de representar una reacción química con ecuaciones químicas? ¿Qué información te puede dar este tipo de representaciones? ◀



Molécula de propano



Molécula de oxígeno



Molécula de dióxido de carbono



Molécula de agua

Figura 3.9 Moléculas que participan en la combustión del propano.

Tabla 3.2

Elemento	Número de átomos en reactivos	Número de átomos en productos
Carbono		
Hidrógeno		
Oxígeno		
Ecuación balanceada	$\text{C}_3\text{H}_8 + \text{O}_2$	$\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

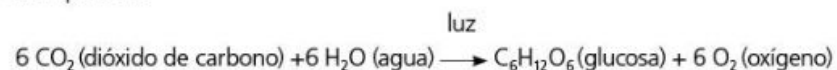
### El cambio químico en los procesos biológicos

El uso de fórmulas y símbolos, además de simplificar la comunicación, también nos permite comprender y comunicar de manera sencilla procesos biológicos, como la fotosíntesis que estudiaste en tu curso de *Ciencias 1*. En este proceso, en las plantas llevan a cabo varias reacciones químicas; a manera de resumen, podemos decir que durante ésta, las plantas transforman el agua que toman por las raíces y dióxido de carbono que absorben del aire (reactivos) para producir glucosa y oxígeno molecular (productos) (figura 3.10).

#### TE RECOMENDAMOS...

visitar MathCon (2007-2009), *Balanco de ecuaciones químicas*. Lo puedes consultar en: <http://edutics.com.mx/tyv> (consulta: 01 de junio de 2016).

Todo el proceso de fotosíntesis puede expresarse mediante la siguiente ecuación química:



De esta manera, 6 moléculas de dióxido de carbono reaccionan con 6 moléculas de agua para formar una molécula de glucosa y 6 moléculas de oxígeno. Parece sencillo, ¿no es cierto?, esta pequeña reacción "resumen" encierra el secreto de cómo cambió la atmósfera del planeta (antes era más rica en dióxido de carbono), pero algunos organismos tuvieron ventajas al poder respirar el oxígeno producido por las plantas y el éxito de las plantas al poder producir ellas mismas su alimento. ¡Todo un resumen de la vida en la Tierra!



Figura 3.10 La hoja de una planta es un verdadero laboratorio químico, por los procesos que allí ocurren constantemente.



### Balaceo de ecuaciones

Podrás verificar la correcta expresión de algunas ecuaciones químicas con base en la Ley de conservación de la masa.

- Balaceas las siguientes reacciones químicas, asignando los coeficientes correspondientes. Puedes apoyarte utilizando estructuras de Lewis.
  - Verifica si el compuesto que se forma es covalente o iónico.
  - Compara tus resultados con los de tus compañeros y verifiquen sus respuestas con su maestro.
$$\begin{array}{l} \text{--- Mg} + \text{--- HCl} \longrightarrow \text{--- MgCl}_2 + \text{--- H}_2 \\ \text{--- B} + \text{--- H}_2 \longrightarrow \text{--- BH}_3 \\ \text{--- Mg} + \text{--- O}_2 \longrightarrow \text{--- MgO}_2 \end{array}$$

- Las siguientes ecuaciones de la tabla 3.3 representan algunos de los cambios químicos que describiste en la primera actividad. Notarás que no están balanceadas, realiza el balanceo en tu cuaderno.

Tabla 3.3			
$\text{Mg} + \text{O}_2$	→	$\text{MgO}$	No balanceada Combustión del Mg
$\text{CuSO}_4 + \text{NaCl}$	→	$\text{Na}_2\text{CuCl}_4 + \text{Na}_2\text{SO}_4$	No balanceada Sulfato de cobre y sal
$\text{NaHCO}_3 + \text{CH}_3\text{COOH}$	→	$\text{CH}_3\text{COONa} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$	No balanceada Vinagre y bicarbonato

En tu cuaderno, escribe un resumen con la explicación y la descripción de la reacción entre el propano y el oxígeno; puedes usar diagramas, modelos y lo que consideres necesario. ◀

En esta secuencia, revisaste lo que es un cambio químico, cómo se manifiesta y cómo representarlo mediante una ecuación química. Ahora puedes reflexionar sobre situaciones cotidianas en las que los cambios químicos están presentes. Empieza por observar a tu alrededor desde que te despiertes por la mañana, ¿qué cambios químicos dan como resultado tu desayuno? ¿Cómo se están transformando los materiales del exterior de tu casa, como la puerta principal, las rejas, contenedores metálicos de basura o el buzón (Figura 3.11)?



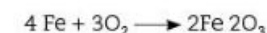
Figura 3.11 Óxido de hierro (III), herrumbre ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ).

La corrosión u oxidación del acero y del hierro es otro cambio químico con el que estamos muy familiarizados (figura 3.12). Sabemos que los objetos o las estructuras hechas con estos metales se oxidan —más rápido mientras más expuestos al aire se encuentren—, es decir, sufren un cambio químico. Las propiedades del hierro como su brillo, color y dureza se pierden cuando reacciona con el oxígeno del aire y se transforma en óxido de hierro, una sustancia con propiedades muy diferentes: se forman hojuelas que son quebradizas, de color café rojizo y sin brillo. ¿Cómo representas este cambio con el lenguaje de la química?

### ¡Aplica!

Relacionarán el concepto de oxidación con los modelos atómicos, las ecuaciones químicas y la Ley de conservación de la masa.

- La ecuación que describe el cambio que llamamos oxidación es:



- ¿Qué significa el 2 que acompaña al hierro?
  - ¿Qué significa el 2 del oxígeno?
  - ¿Cómo representarían con el modelo de Dalton la ecuación anterior? Utilicen la masa molar para identificar las masas que participan en la ecuación e identifiquen si se cumple la Ley de conservación de la masa.
- Ahora saben que es necesario considerar muchos factores para decidir qué material conviene utilizar en los marcos de las ventanas. Comenten en equipo las respuestas a las siguientes preguntas y contéstenlas en sus cuadernos:
    - En la oxidación de los marcos de algunas ventanas, uno de los reactivos es el hierro; ¿cuál es el otro reactivo?
    - ¿Cuál es el producto en la reacción de oxidación del hierro?
    - ¿Qué pasó con el hierro que formaba parte de los marcos de herrería donde ahora hay agujeros?
    - ¿Se cumple en esta reacción química la Ley de conservación de la masa? ¿Cómo?
    - ¿Hay alguna forma de evitar esta reacción química?
    - ¿Qué material elegirían para hacer los marcos de una ventana? ◀



Figura 3.12 Los marcos de las ventanas y las protecciones de herrería suelen oxidarse al estar a la intemperie.

### TE RECOMENDAMOS...

Leer el libro de Ávila Mendoza, Javier y Joan Genescá Llongueras, Más allá de la herrumbre, II. La lucha contra la corrosión, México, FCE, 1998. Disponible en <http://edutics.com.mx/4yF> (consulta: 01 de junio de 2016). En él podrás profundizar en este tema y sus consecuencias.

Si observas las estructuras de metal que se encuentran en diferentes construcciones y estructuras, te darás cuenta de que están recubiertas con pintura para evitar que el metal entre en contacto con el oxígeno del aire y se produzca una reacción de oxidación. Por eso, lo mejor es pintar o barnizar los marcos de las ventanas de herrería para evitar su corrosión. Sin embargo, existen otros metales como el aluminio o las mezclas de hierro y zinc, también muy usados en la fabricación de marcos y puertas, que pareciera que no se oxidan a la intemperie. Esto se debe, en un caso, a las propiedades del óxido y, en el otro, a que el zinc se oxida evitando que se oxide el hierro.



## ¿Qué me conviene comer?



De tu curso de *Ciencias 1, Biología*, recuerdas algunos nutrimentos, sus características en el funcionamiento del organismo y la importancia de llevar una dieta equilibrada y sana. Sin embargo, la falta de conocimiento y una mala alimentación están resultando en problemas de salud: **México ocupa el primer lugar mundial en obesidad infantil y juvenil** y el segundo lugar en el caso de los adultos, muchas personas en el país no son conscientes de esto. Algunos de los principales factores que determinan el sobrepeso y la obesidad son el sedentarismo y la mala alimentación (figura 3.13). Hay una correlación importante entre la obesidad y otras enfermedades, como el cáncer, la diabetes y la hipertensión.

En tu curso de *Ciencias 1*, viste que una de las características que definen a los seres vivos es la **nutrición** y que a través de este proceso, obtenemos los nutrimentos necesarios para contar con energía y realizar nuestras funciones vitales. Recuerda que los alimentos se clasifican en cinco grupos o categorías: carbohidratos, lípidos, proteínas, vitaminas y minerales. Revisaste que los carbohidratos son la principal fuente de donde obtenemos energía y que los lípidos o grasas aportan y funcionan como reservas de energía. Pero ¿qué tiene que ver la energía con el sobrepeso y la obesidad? ¿Cómo saber cuánta energía aporta cada uno de estos nutrimentos? ¿Es posible medir la energía contenida en los alimentos? ¿Cuánta energía requiere una persona de acuerdo a sus características personales y a sus actividades para el buen funcionamiento del cuerpo?

### La caloría como unidad de medida de la energía

Recuerda que en tu curso de *Ciencias 2, Física*, estudiaste el tema de la energía y revisaste las diferentes maneras de cómo medirla, así que ese conocimiento te será de gran utilidad. Revisaste que un proceso de transferencia de energía es el calor, que en el **SI**, el **joule (J)** es una medida de la energía y del trabajo, pero que también lo es la **caloría (cal)**, que se define como la cantidad de energía que debe aplicarse a un gramo de agua para elevar su temperatura 1 °C (figura 3.14).

Esta información, ¿puede servirte para medir la cantidad de energía que aportan ciertos alimentos? ¿Crees que todos los alimentos aportan la misma cantidad de energía? ¿De qué depende? ¿Qué nutrimentos son los que aportan mayor cantidad de energía al cuerpo? ¿Cuánta energía requiere una persona para realizar sus actividades diarias? Y tú, ¿cuánta energía necesitas? ¿En dónde se encuentra la energía dentro de los alimentos?



Figura 3.13 El sobrepeso puede afectar a todos los miembros de una familia, si ésta es sedentaria y tiene malos hábitos alimenticios.



Figura 3.14 James Prescott Joule fue quien determinó que 1 cal equivale a 4.184 J.

#### GLOSARIO

SI. Siglas de Sistema Internacional de Unidades.

Los alimentos contienen los nutrimentos que dan energía y nos proporcionan los materiales necesarios para que el cuerpo realice sus actividades. Esta energía está “almacenada” en las moléculas de los nutrimentos que al transformarse originan moléculas con nuevos enlaces (figura 3.15). Durante este proceso, la formación de nuevos enlaces libera la energía que se aprovecha en el organismo.

Los nutrimentos se agrupan en cinco clases:

- Carbohidratos
- Grasas
- Proteínas
- Vitaminas
- Minerales

Los primeros tres suministran los materiales para dotar de energía y para la construcción de tejidos. Todas las clases de nutrimentos son indispensables para conservar la salud y se les encuentra en diferentes proporciones en los alimentos.



### El aporte calórico de los alimentos

Relacionarás las calorías como medida de la cantidad de energía y podrás comparar el aporte calórico de los alimentos que consumes.

- Lee el siguiente texto relacionado con los nutrimentos y las calorías y resuelve.

#### Las calorías

Las reacciones químicas implican forzosamente un cambio de energía. Durante ellas, los materiales de inicio siempre toman energía para iniciar la transformación a nuevas sustancias; pues es necesario “romper” los enlaces originales entre los átomos para que estos puedan acomodarse en las nuevas sustancias; sin embargo, al unirse nuevamente en las nuevas sustancias, la formación de los nuevos enlaces “libera” energía, así podríamos decir que en una reacción química hay un primer momento en el que ocurre un proceso endotérmico (se toma energía para romper enlaces) y un segundo en el que ocurre un proceso exotérmico (la formación de nuevos enlaces resulta en la emisión de energía). Si se requiere más energía para romper los enlaces de la que se libera al formar nuevos, tendríamos una reacción endotérmica; si, por el contrario, se cede más energía de la que se utiliza para romper enlaces, tendríamos una reacción exotérmica.

Los alimentos son el carburante del cuerpo, es decir, son los que aportan energía. Para calcular las cantidades de energía, antiguamente se recurría a una unidad, la caloría. Al ser una cantidad muy pequeña, y puesto que las unidades de energía aceptadas en el SI son los joules, se recomienda que la infor-

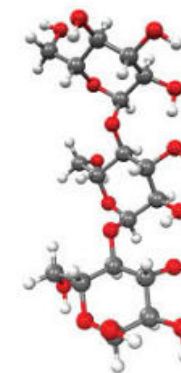


Figura 3.15 Molécula de un carbohidrato.

#### ¡ATENCIÓN!

La clasificación de los nutrimentos te será útil para tu proyecto de este bloque.

#### TE RECOMENDAMOS...

Leer el artículo de López Munguía, Agustín, ¿Por qué comes lo que comes? Reflexiones sobre la alimentación moderna. Disponible en: <http://edutics.mx/Jea> (consulta: 01 de junio de 2016).

Consultar: Lesur, Luis, *Manual de nutrición*, México, SEP-Editorial Trillas, 2010 (Biblioteca Escolar).

mación nutrimental se exprese en kilojoules (kJ), si una caloría vale 4.187 joules, una kilocaloría serían 4187 J, o 4.187 kJ.

Todavía se puede identificar que en las etiquetas de alimentos figura 3.16, el contenido energético se expresa como Calorías (Cal), pero en realidad si está escrito así, se refiere a 1000 veces una caloría, por lo que a las calorías nutricionales se les llama "calorías grandes", aunque es de esperarse que esta práctica deje de hacerse.

Los nutrimentos presentes en los alimentos, aportan la siguiente cantidad de energía por gramo:

- Un gramo de proteínas: 4 Calorías = 16.748 kJ
- Un gramo de grasas: 9 Calorías = 37.683 kJ
- Un gramo de carbohidratos o glúcidos: 4 Calorías = 16.748 kJ

Así, 25 gramos de aceite de cártamo, que está compuesto por ácidos grasos, suministran 225 calorías (942 kJ), mientras que 25 gramos de proteína pura o de azúcar suponen 100 calorías (418.7 kJ).

De esta forma, podemos calcular la energía, metabólicamente utilizable (la que usa nuestro cuerpo), contenida en ciertos alimentos concretos, si sabemos su composición de nutrimentos, aunque sea sólo una aproximación.

Comer un solo alimento no aporta todos los nutrimentos que necesitamos. Se han utilizado varios modelos para ayudar a balancear la dieta, como la pirámide alimenticia. En ésta la base es amplia y muestra los alimentos que deben aparecer con más frecuencia en nuestra dieta, haciéndose más angosta para indicar moderación en otros tipos de alimentos. Aunque fue útil en su momento, en México, y en distintos países, ha sido sustituida por otros modelos como el Plato del Bien Comer.

Adaptación del texto de:  
Sánchez Mora, Carmen: "Las dietas: mitos y realidades", Revista ¿Cómo ves?  
<http://edutics.mx/7q> (consulta: 01 de junio de 2016).

2. Analiza la etiqueta con la información nutrimental de la figura 3.17 y con base en las calorías que aportan los nutrimentos por gramo, calcula si el aporte energético por cada porción que se indica en la etiqueta es correcto.
3. Observa las siguientes figuras con detenimiento y responde.
  - a) ¿Cuál nutrimento es el que aporta más energía por gramo? Expresa esta cantidad en calorías y joules.
  - b) ¿Es lo mismo una caloría que una kilocaloría? Explica tu respuesta.



Figura 3.17 Etiquetas con información nutrimental.

### Información Nutrimental

Cantidad por porción		%IDR	
Calorías	190	Calorías de grasa	70
Grasa Total (lípidos)	7g		11%
Grasa saturada	4g		20%
Grasa Trans	0g		0%
Colesterol	0mg		0%
Sodio	10mg		0%
Carbohidratos totales	29g		10%
Fibra Dietética	1g		4%
Azúcares	25g		
Proteínas	2g		
Vitamina A	0%	Vitamina C	0%
Calcio	3%	Hierro	4%

Ingredientes: Azúcar, cacao, almendra, canela.

Figura 3.16 En México, por ley, debe mencionarse la información nutrimental en las etiquetas de alimentos y bebidas.

- c) ¿Por qué se sustituyó en México el modelo de la pirámide alimenticia por el Plato del Bien Comer (figura 3.18)? Justifica tu respuesta. ◀

## El Plato del Bien Comer



Figura 3.18 Plato del bien comer y pirámide alimenticia.



## Toma de decisiones relacionadas con: los alimentos y su aporte calórico

Ahora sabes que la energía que aportan los alimentos también se puede medir en **calorías o kilocalorías (kcal)** y que no todos los nutrimentos aportan la misma cantidad de energía por gramo consumido (figura 3.19).

A la cantidad de energía medida en calorías que aportan los nutrimentos por gramo, se le denomina **aporte calórico**. Con la actividad anterior, identificaste que son las grasas o lípidos el grupo de nutrimentos que tienen mayor aporte calórico, seguido de los carbohidratos y las proteínas.

¿Cómo crees que se puede medir o cuantificar la cantidad de energía que aportan ciertos alimentos? Es muy útil tener esto presente, ya que así podemos medir la cantidad de energía que aportan los alimentos, en forma de calor. Recuerda que la temperatura y el calor no son lo mismo. La **temperatura** es una medida de equilibrio entre dos sistemas (el que mide el aparato que llamamos termómetro y aquel sistema del que queremos conocer su temperatura), y que el **calor** se define como un proceso mediante el cual se transfiere energía de un cuerpo con mayor temperatura a otro con menor temperatura.

Los termómetros nos permiten medir la temperatura, pero ¿y para el calor? Para este proceso existen aparatos llamados **calorímetros de combustión**, en ellos se mide la cantidad de energía que producen los alimentos al quemarse (se transfiere la energía de las llamas de los alimentos a un medio que puede calentarse); algo equivalente a medir la cantidad de energía que se desprende cuando los nutrimentos se metabolizan dentro del organismo.

Ahora construirás un calorímetro y podrás estimar la cantidad de energía, es decir el aporte calórico, que producen ciertos alimentos por gramo consumido.



Figura 3.19 No todos los nutrimentos aportan la misma cantidad de energía.

### ¡ATENCIÓN!

Ahora que conoces los componentes para una buena alimentación, puedes empezar a investigar qué alimentos debes agregar a tu dieta y cuáles debes eliminar, como parte de tu proyecto para este bloque.



¿Cómo medir la cantidad de energía que aportan ciertos alimentos?  
Podrán comparar el aporte calórico de los alimentos que ingieren.

#### Material

Una lata pequeña de 15 cm de alto y 10 cm de diámetro aproximadamente	Clips o alambre	Pan duro
Clavos	Abrelatas	Cereal
Martillo	Cinta adhesiva ( <i>masking tape</i> )	Carne seca
Tubos de ensayo con tapón horadado	Balanza	Camarón seco
Un termómetro	Probeta de 50 ml	Charales o chapulines secos
Pinzas	Encendedor o cerillos	Frutas o verduras bien secas
	Tortillas secas de harina o maíz	Nueces
		Cacahuates

#### Procedimiento 1

- Hagan una tabla donde ubiquen a los alimentos ricos en carbohidratos, en proteínas y en grasas.
- Quiten la tapa de la lata.
- Con ayuda del clavo, y con precaución, hagan perforaciones alrededor de la boca de la lata. Esta boca será la base del calorímetro.
- Perforen la tapa inferior de la lata para que logre entrar el tubo de ensayo. Que el orificio sea 1 o 2 mm más ancho que el tubo.
- Enrollen cinta alrededor del tubo para que sólo logren entrar 5 cm del tubo al calorímetro.
- Hagan un par de perforaciones (que sigan el diámetro de la lata) a 5 cm de la tapa inferior de la lata y coloquen un trozo de alambre que atraviese la lata y quede asegurado.
- Coloquen 10 ml de agua dentro del tubo de ensayo y cierren el tubo con el tapón horadado y el termómetro. La punta del termómetro debe sumergirse en el agua.
- Hagan un pequeño gancho que cuelgue del alambre que atraviesa la lata (figura 3.20). En ese gancho van a colgar sus muestras perforándolas (cuidado y paciencia con las nueces y los cacahuates). ¡Su calorímetro está listo!

#### Procedimiento 2. Para realizar la medición:

- Midan la masa de un trozo de alimento que quieran usar. Registren este dato en la tabla 3.4.
- Con ayuda del gancho, cuelguen del alambre, por dentro del calorímetro, su muestra de alimento, procurando que quede lo más cercano posible a la base del tubo de ensayo (0.5 cm).
- Midan la temperatura inicial del agua y registrenla en la tabla. **Con mucho cuidado**, prendan la muestra de alimento seco y coloquen el calorímetro sobre una superficie plana y resistente a la temperatura.
- Esperen a que se quemé por completo la muestra y registren el aumento en la temperatura del agua en la tabla. Si no se quemó totalmente, vuelvan a pesar el alimento y hagan una resta para saber cuánto fue lo que se quemó realmente.

#### TE RECOMENDAMOS...

revisar el artículo de Salcedo Meza, Concepción, "La adicción por la delgadez", en <http://edutics.com.mx/4F4> (consulta: 01 de junio de 2016).



Figura 3.20 Calorímetro.

- Cambien el agua cada vez que vayan a experimentar con un alimento diferente.
- Experimenten con diferentes alimentos.

Alimento	Tipo de alimento	Masa (g)	T inicial del agua (°C)	T final del agua (°C)	Aumento de la T (°C)	Calorías por gramo de alimento

**Resultados y conclusiones.** Comenten con otros equipos, ¿para qué les sirve conocer los resultados de su actividad? ◀

Con los datos que obtuvieron al experimentar con su calorímetro, pueden estimar la cantidad de calorías liberadas al quemar diferentes alimentos, porque ya conocen la definición de caloría y conocen la masa de agua que usaron en su calorímetro.

¿Cómo puedes estimar el número de calorías liberadas al quemar el alimento? ¿Cuál es la masa de 10 ml de agua usada en el calorímetro?

$$\text{Calorías} = \text{Aumento en la temperatura (°C)} \times \text{la masa de agua}$$

#### Recuerda que...

La densidad del agua a temperatura ambiente es de 1 g/ml.



#### Cálculo y análisis de calorías

##### Analizarás algunos alimentos y su aporte calórico.

- Calcula el número de calorías liberadas por gramo de alimento que se quemó y su equivalencia en calorías y joules.
- De los alimentos con los que experimentaste, ¿cuáles son ricos en carbohidratos, en proteínas o lípidos?
- ¿Cuál alimento aportó más energía por gramo?
- ¿Es un alimento rico en carbohidratos, lípidos y/o proteínas? ¿Coincide con los datos sobre aporte energético de los nutrimentos que leíste en el texto inicial?
- Discute con tus compañeros, por qué crees que en *El plato del bien comer* se recomienda consumir diversos alimentos del grupo de los cereales. ◀

#### La energía y el sobrepeso

Desde tu curso de *Ciencias 1*, se ha mencionado que la energía que requerimos para el buen funcionamiento de nuestro cuerpo y para realizar las actividades de la vida cotidiana proviene de los alimentos que se ingieren a diario (figura 3.21), y se ha insistido en el hecho de que no hacer ejercicio contribuye a tener

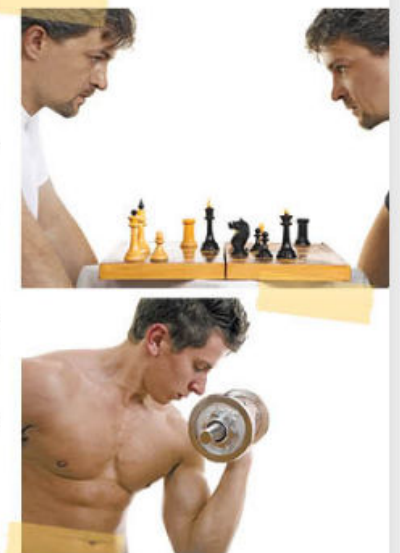


Figura 3.21 El consumo de alimentos debe relacionarse con las actividades que se llevan a cabo.



sobrepeso (figura 3.22). Aunque pueda parecer obvio, estos dos aspectos son fundamentales para entender el sobrepeso en términos de la cantidad de energía que consumimos y la que gastamos en nuestras funciones vitales y en correr, hablar, pensar, leer, jugar, etcétera. Así, desde una perspectiva energética dada por la química, podemos responder a la pregunta de ¿qué tiene que ver la energía con el sobrepeso y la obesidad?

Pues bien, entre más actividad física tenga una persona, mayor será su demanda energética, es decir, requerirá de mayor cantidad de calorías, de energía. Las personas que hacen ejercicio de manera sistemática o las que practican algún deporte necesitan una mayor cantidad de calorías (figura 3.23).

Pero si una persona tiene una ingesta que le da un aporte calórico alto y no gasta esa energía, porque su actividad física es poca, el organismo transforma los nutrientes a moléculas como las grasas, que al metabolizarse producirán nuevas moléculas y por ello nuevos enlaces, que aportarán mucha energía de reserva.

Puede pensarse entonces, que las grasas son el salvavidas del organismo en tiempos de necesidad; sin embargo, si no hay actividad física en la que se use la reserva, esta puede aumentar, aún poniendo en riesgo al organismo. En pocas palabras, el sobrepeso y la obesidad, desde un punto de vista energético, se presentan cuando ingerimos más energía de la que nuestro cuerpo y nuestras actividades físicas (e intelectuales) demandan.



### ¿Cuánta energía requiero para mis actividades cotidianas?

Relacionarás la cantidad de energía que requieres con base en tu edad y actividad física.

#### Procedimiento 1:

1. Analiza la tabla 3.5, que indica los requerimientos calóricos diarios por edad y género. Identifica la cantidad de kilocalorías (kcal) que debes consumir diario.

Tabla 3.5 Requerimientos calóricos diarios por edad y género				
Edad	Hombres		Mujeres	
	Inactivos (kcal)	Activos (kcal)	Inactivos (kcal)	Activos (kcal)
9-13	1790	1790 a 2600	1600	1600 a 2200
14-18	2200	2400 a 3200	1800	2000 a 2400
19-30	2400	2600 a 3000	2000	2000 a 2400



Figura 3.22 Hoy en día es más frecuente encontrar que la gente prefiere ocupar su tiempo libre con videojuegos o programas de los dispositivos móviles, que no implican un gasto energético significativo.



Figura 3.23 Hacer ejercicio nos ayuda a no acumular el aporte calórico excedente que consumimos, sobre todo si llevamos una dieta equilibrada.

#### ¡ATENCIÓN!

Practica el análisis de calorías y requerimientos calóricos según el grupo de edad.

- a) ¿Quiénes requieren de un mayor aporte calórico, hombres o mujeres?
- b) Con base en el sexo, la actividad física y la edad ¿qué grupo de la población es el que requiere de mayor aporte calórico?

#### Procedimiento 2:

1. Lee el siguiente texto.



Consumo

#### Refrescos: el caballo de Troya

En 1926 llegó al país una de las bebidas más arraigadas en la dieta del mexicano: el refresco de cola (figura 3.24). En 2007 los mexicanos consumimos entre 11% y 12% de la producción mundial de este oscuro refresco. Con esta bebida, y las otras marcas de refresco de la misma empresa, consumimos más del 20% del azúcar que produce el país.

En promedio, cada mexicano consume 160 litros de refresco al año; el promedio mundial es de 77 litros al año por habitante.

Una lata de refresco de 360 mililitros contiene entre 40 y 50 gramos de azúcar, lo que implica que para endulzarla habría que ponerle unas cinco o seis cucharadas cafeteras. Si hoy decides tomar diariamente una lata de refresco a mediodía sin variar ni tu dieta ni tu actividad física, al cabo de un año habrás subido casi siete kilos por el exceso de energía acumulada. Otra forma de verlo es esta: para caminar un kilómetro y medio un adulto requiere unas 100 kcal y un refresco aporta como mínimo 150 kcal, así que si decides tomar refrescos: ¡a caminar o a engordar!

Texto adaptado de:  
López Munguía, Agustín. "Azúcar: Hechos y mitos", Revista ¿Cómo ves?  
<http://edutics.mx/4cq> (consulta: 01 de Junio de 2016).



Salud

2. Ahora responde las siguientes preguntas:

- a) Con base en la información de la tabla 3.5, ¿cómo consideras que el hecho de tomar refresco le afecta a cada grupo de la población? Justifica tu respuesta.
- b) Revisa la etiqueta de alguna golosina de las que las personas suelen acompañar con un refresco y calcula el porcentaje de la ingesta calórica.
- c) ¿Qué porcentaje del total de la ingesta calórica diaria te aporta el consumo de uno y dos refrescos por día?
- d) Calcula estos mismos datos para una persona mayor de 25 años.
- e) Compara y comenta tus resultados con el maestro para ver si la manera que elegiste de aproximarte fue correcta. ◀

Por otro lado, ¿crees que si vivieras en China o en la zona del Mar Mediterráneo tendrías el mismo consumo de alimentos y aporte calórico que el que tienes actualmente? ¿Por qué no comparar dietas y reflexionar al respecto? Investiga



Figura 3.24 Los refrescos y las bebidas endulzadas artificialmente son la principal causa de la ingesta excedente de calorías en la población mexicana.

por ejemplo, qué alimentos se comen más, en qué consisten los platillos de mayor consumo y en qué porciones; y si se han presentado modificaciones en los patrones de alimentación. Recuerda que lo aprendido en tu curso de *Ciencias 1* sobre nutrición, te puede ser de gran utilidad para abordar este nuevo proyecto. Te invitamos a indagar más sobre la relación entre el aporte calórico de los alimentos, la actividad física y algunos trastornos alimenticios, ya que esta información te será útil para tomar mejores decisiones sobre un estilo de vida saludable ¡tú decides!

Ahora sabes cuántos **kilojoules** requieres para realizar tus actividades diarias, y también que la cantidad de energía que requiere una persona depende de factores como la **edad**, el **género** y la **actividad física**.

Sin embargo, estos tres factores no son los únicos que determinan las necesidades energéticas que requerimos.

Por ejemplo, el cuerpo humano requiere de un consumo constante de energía para mantener todas las funciones vitales que tenemos cuando estamos en reposo, como respirar, mantener la temperatura corporal, reponer células y tejidos y mantener el corazón funcionando para bombear la sangre; a este consumo se le llama **metabolismo basal**, el cual varía con la edad, la masa corporal y el género.

Por supuesto, mucha de la energía que libera nuestro cuerpo de los alimentos se pierde en forma de calor, por lo que vivir en lugares con climas muy fríos demanda una ingesta calórica mayor, para mantener estable la temperatura corporal. Con lo anterior, vemos que también las **características ambientales** son factores que determinan la cantidad de energía que requiere nuestro organismo.

El problema del sobrepeso es relativamente reciente en México. Hasta 1960 la tasa de sobrepeso era muy baja y la población general sufría de desnutrición; las personas con sobrepeso se concentraban en el estrato de ingresos medios y altos. Pero a partir de 1975 la cantidad fue aumentando de manera dramática así como su distribución social; las personas con menores ingresos empezaron a tener mayores índices de sobrepeso. Esto es más doloroso si se reconoce que hay varias enfermedades asociadas a la obesidad como la diabetes y la hipertensión, cuyos tratamientos resultan costosos y afectan la calidad de vida del paciente y su familia. Para pensar: Ser obeso no significa nunca estar más sano.

### ¡Aplica!

#### La cantidad de energía necesaria para todos los días

Relacionarás el aporte calórico con el diseño de una dieta adecuada, según necesidades específicas.

#### Procedimiento 1 (Individual)

1. Revisa la tabla 3.5 e identifica en qué segmento te ubicas. Con la información correspondiente, trata de contestar lo siguiente:
  - a) Considera una alimentación en el desayuno a base de tortillas, frijoles, leche y queso (figura 3.25).

#### TE RECOMENDAMOS...

Leer el artículo de Sánchez Mora, Carmen, "Las dietas: mitos y realidades", en *¿Cómo ves?*, <http://edutics.com.mx/17q> (consulta: 01 de junio de 2016), para que profundices más en el tema.

consultar el video "¿En qué usa mi organismo los nutrimentos?", <http://edutics.mx/jnp> (consulta: 01 de junio de 2016), para que repases lo visto sobre una alimentación sana.



Salud



Figura 3.25 Ejemplos de alimentos presentes en un desayuno.

- b) Analiza el esquema de el Plato del Bien Comer de la página 157 para determinar cuánto tendrías que comer de cada alimento, y los datos de la tabla 3.6. Toma en cuenta que el desayuno que ingieras debe proporcionarte 45% de la energía total que requieres.

Tabla 3.6		
Alimento	Kilojoules	Principales nutrimentos que aporta
Tortilla	218 (por pieza)	Carbohidratos
Leche	511 (una taza)	Equilibrado en grasas proteínas y carbohidratos
Frijoles (cocidos)	1600 (una taza)	Carbohidratos

- c) Puedes visitar un sitio donde encontrarás más información de otros alimentos para el desarrollo de esta actividad: <http://www.edutics.mx/4tk> (consulta: 01 de junio de 2016).

#### Procedimiento 2 (Equipos)

1. Elaboren un cartel en donde expongan la relación que hay entre el Plato del Bien Comer y la cantidad de energía que aporta cada grupo de alimentos con base en los nutrimentos que contienen.
2. Organicen, dentro del grupo, una sesión en donde se expongan los carteles que elaboraron y comenten las diferencias que pudiera haber entre un cartel y otro. ◀

¿Te has preguntado cuántos **kJ** consumes realmente al día? Puedes hacer un análisis evaluando la cantidad que ingieres de cada grupo de alimentos al día y cuánta energía te aporta cada porción de alimento que consumes.

No importa la actividad física que tengas actualmente, lo que siempre será importante es que ésta sea congruente con las calorías que consumes diariamente para mantenerte saludable.

Quizá te interese, además, indagar sobre cuál es el gasto energético a la hora de realizar diferentes actividades de tu vida cotidiana o al realizar algún deporte. ¿De qué manera podrías saber si los miembros del equipo de fútbol o basquetbol de tu escuela consumen la cantidad correcta de calorías? Explorando la red, puedes encontrar datos muy útiles para resolver estas incógnitas.

#### TE RECOMENDAMOS...

Leer el artículo de Sámano, Reyna; Luz María de Regil y Esther Casanueva, "¿Estás comiendo bien?", en *¿Cómo ves?*, núm. 110. Versión electrónica completa en: <http://edutics.com.mx/4F3> (consulta: 01 de junio de 2016), para que conozcas por qué tus necesidades de alimentación son diferentes.

consultar el libro: Esquivel, Guadalupe y Adriana Luna, *El placer de comer y estar sano*, México, SEP-Editorial Terracota, 2010 (Biblioteca escolar). Podrás balancear tu dieta con base en el Plato del Bien Comer.



## Tercera revolución de la química

Todos hemos visto imágenes de hermosas playas o de grandes desiertos cubiertos de arena. El principal componente de la arena es un mineral llamado sílice. Este material, que también es el principal componente del cuarzo y el sílex, tiene como nombre químico dióxido de silicio y es el material más abundante en la corteza terrestre. Si leemos la lista de ingredientes de algunos productos comerciales, como: golosinas agrídulces, picantes en polvo, edulcorantes y medicamentos nos encontraremos con que uno de los ingredientes es el dióxido de silicio (figura 3.26).

El dióxido de silicio es un compuesto de silicio y oxígeno ( $\text{SiO}_2$ ). En alimentos y medicamentos evita que se formen agregados y grumos, porque no permite que el polvo absorba agua del ambiente. Sabemos que el agua disuelve la sal, pero no la arena... ¿qué pasa al poner un edulcorante en agua? ¿El dióxido de silicio se disuelve en el agua? ¿El tipo de unión entre los átomos tiene relación con la disolución de las sustancias? ¿Qué tipos de uniones hay entre átomos? ¿Cómo podemos saber qué tipo de uniones hay en un compuesto?

El desarrollo de la teoría atómica moderna ha transitado desde la concepción de esferas, en el siglo XIX con Dalton, hasta el más elaborado modelo mecánico-cuántico. Sin embargo, este conocimiento no fue incorporado fácilmente a la química, pues trataba de átomos libres y los sistemas químicos involucran sistemas más complejos con muchos átomos y las uniones entre ellos. Esto no impidió que se elaboraran teorías sobre la manera en la que los átomos forman compuestos. Fue gracias a Gilbert N. Lewis (1875-1946) y a Linus Pauling (1901-1994) que se pudo establecer un modelo para el enlace químico y relacionarlo con las diferentes propiedades de los materiales. A las aportaciones hechas por Lewis y Pauling se les conoce como: **la tercera revolución de la química** por la importancia que tienen en el desarrollo de la química moderna.

### Tras la pista de la estructura de los materiales: aportaciones de Lewis y Pauling

Aunque ya hemos hablado un poco del trabajo de Lewis con anterioridad, especialmente en la secuencia 7, vale la pena ver con más detalle sus aportaciones. Se dice que cuando preparaba una clase para sus alumnos de química para explicar la tabla periódica, notó cierta regularidad en la manera en la que se estructuraban las fórmulas de algunos compuestos, y pensó que considerando los electrones de los átomos podría explicar dichas fórmulas.

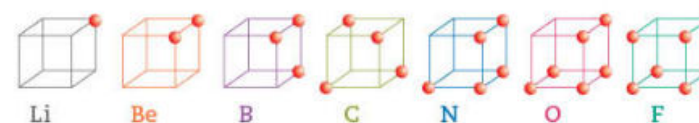
Con base en estas ideas, propuso un modelo sencillo para identificar y representar los electrones de valencia de un átomo (figura 3.27). La capacidad de combinación entre los átomos depende –además de cuántos electrones participan



Figura 3.26 El dióxido de silicio es el mineral más abundante en la corteza terrestre y se agrega a numerosos productos comerciales.

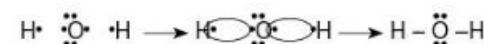
en las uniones entre átomos— de si éstos se comparten, se ganan o se pierden al unirse.

Conocer cómo se enlazan los átomos, permite predecir la formación de compuestos y con ello saber cómo ocurre la formación de nuevos materiales. Esta representación de los átomos fue un gran avance para la química (figura 3.27).



Lewis estableció que cuando los átomos se unen y completan su última órbita con 8 electrones de valencia se estabilizan (dejan de ser reactivos al formar compuestos), a lo que llamó cumplir **la regla del octeto**. Puedes encontrar una explicación de esto en los gases nobles (precisamente por no ser reactivos) en los que la capa externa del átomo aparece con 8 electrones, excepto el helio (tiene 2).

La regla del octeto es muy importante para explicar la combinación de los elementos al formar compuestos: nos permite entender por qué los elementos se combinan en determinadas proporciones. Veamos la reacción de formación del agua a partir de átomos de hidrógeno y oxígeno para entender el razonamiento de Lewis:



El oxígeno acepta un electrón de cada átomo de hidrógeno para rodearse de ocho electrones (cumplir la regla del octeto), del mismo modo el hidrógeno acepta un electrón del oxígeno y estos dos electrones son compartidos por ambos átomos. No todos los átomos cumplen con la regla del octeto, ya que hay algunos que forman enlaces y no completan su última capa con ocho electrones, como sucede con el hidrógeno; otros se rodean de más de ocho electrones, como el caso del pentafluoruro de fósforo ( $\text{PF}_5$ ) (figura 3.28).

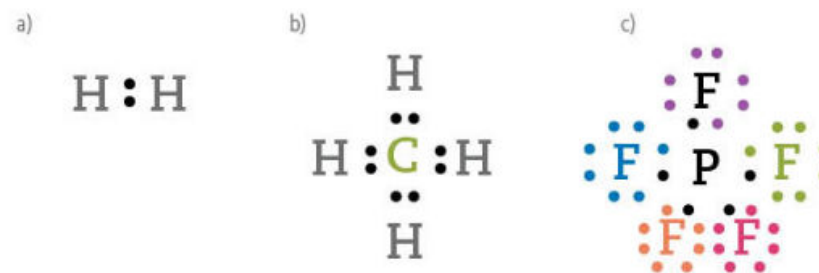


Figura 3.28 Mientras que algunos átomos, como el carbono en el metano (b), cumplen con la regla del octeto, el hidrógeno (a) llena su capa con dos electrones, y otros, como el fósforo en el  $\text{PF}_5$  (c), se pueden rodear de 10 o más electrones.

De acuerdo con el modelo de Lewis y la regla del octeto, se estableció el número de enlaces covalentes que pueden formar los elementos no metálicos. A este número se le conoce como valencia.

**Recuerda que...**  
En la secuencia didáctica 7 del Bloque 2, conociste la regla del octeto. Puedes regresar a revisarla si necesitas recordar más información.



### Valencias

Deducirás la valencia más estable de algunos elementos no metálicos con base en las estructuras de Lewis y la regla del octeto.

1. Observa la figura 2.25 sobre estructuras de Lewis del Bloque 2, en la secuencia 7, y contesta: ¿cuántos electrones de valencia tienen los átomos de B, C, N, O y F?
2. ¿Cuántos pares electrónicos, sin compartir, tiene cada uno de esos elementos?
3. ¿Cuántos electrones libres (sin formar un par) tiene cada elemento?
4. Si para formar un enlace covalente, cada átomo debe aportar un electrón sin aparear y recibir uno de otro átomo, ¿cuántos enlaces forman los átomos de B, C, N, O y F?
5. Discute tus respuestas con algunos compañeros. ◀

Así, tenemos que la capacidad de un átomo para formar enlaces covalentes (valencia) es igual al número de electrones libres del átomo antes de combinarse. Además, algunos elementos tienen pares electrónicos sin compartir, por lo que se les denomina libres.

El modelo de Lewis ayuda a comprender los enlaces, pero no aporta información acerca de cómo se distribuyen los átomos de una molécula en el espacio, este aspecto de la química es conocido como **geometría molecular** y es muy importante para conocer las propiedades y la reactividad de las moléculas (figura 3.29).

Aunque incorrecto en algunos aspectos, el modelo de Lewis tuvo un gran impacto al explicar la formación de uniones entre átomos, y la genialidad de su modelo fue incorporar los electrones en su explicación (en el año 1902), cuando apenas se había formalizado el modelo de Thomson que daba cuenta de las cargas positivas y negativas del átomo (1897). Las aportaciones de Lewis a la química no se quedaron ahí, también propuso una nueva explicación sobre el comportamiento de los ácidos y las bases.

### La forma de las moléculas

Para explicar la geometría de las moléculas, en 1957, los ingleses Ronald Gillespie (figura 3.30) y Ronald S. Nyholm (1917-1971) propusieron un modelo conocido como **modelo de repulsión de pares electrónicos de la capa de valencia (RPECV)**.

Este modelo se basa en la idea de que al estar formados por cargas negativas, los pares electrónicos alrededor de un núcleo atómico se repelen entre sí, por lo que mostrarán la tendencia a formar el ángulo más grande posible para estar lo más separados posible.

En la molécula de hidrógeno sólo hay un par electrónico y es de enlace. En este caso al sólo haber dos átomos, éstos forzosamente se encuentran en una línea recta. A esto se le llama: **disposición espacial lineal**.

Cuando un átomo cumple con la regla del octeto, tiene cuatro pares electrónicos a su alrededor. La forma de la molécula depende de cuántos de estos pares están formando enlaces y cuántos están libres. La tabla 3.7 muestra las posibilidades.

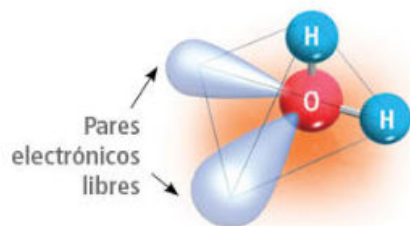


Figura 3.29 Geometría de la molécula del agua.



Figura 3.30 Ronald Gillespie (1924-) recibió, por sus aportaciones a la química, la Orden de Canadá, máxima condecoración a un civil en ese país.

Tabla 3.7

	4 enlaces 0 pares libres	3 enlaces 1 par libre	2 enlaces 2 pares libres	1 enlace 3 pares libres
Ejemplo	Metano (CH <sub>4</sub> )	Amoniaco (NH <sub>3</sub> )	Agua (H <sub>2</sub> O)	Cloruro de hidrógeno (HCl)
Estructura de Lewis				
Distribución espacial				
Nombre	Tetraédrica	Pirámide trigonal	Angular	Lineal

En el metano, el ángulo de los enlaces entre carbono e hidrógeno es de 109.5°. Los átomos de hidrógeno forman los vértices de una pirámide, cuya base es un triángulo equilátero perfecto y el átomo de carbono se encuentra en el centro de la misma. En esta disposición los enlaces están lo más alejados que sea posible.

Para representar esta estructura tridimensional en el papel, se acostumbra utilizar una línea llena para los enlaces que están sobre el plano del papel, una línea gruesa para los que están hacia nosotros y una línea punteada para los que están por detrás del plano. Los pares electrónicos libres ocupan más espacio que los pares de enlace y se representan con dos puntos dentro de una figura que indica el lugar aproximado que se supone ocupan en el espacio.



### Modelo de repulsión de pares electrónicos

Construirán modelos de moléculas sencillas según el modelo RPECV.

#### Material

Seis globos del No. 6 y 18 globos del No. 9

#### Procedimiento

Cada globo representará un par electrónico. Los globos pequeños representarán pares de enlace y los grandes pares libres.

1. Para representar al metano, inflen cuatro globos del No. 6. Procuren que los globos inflados queden del mismo tamaño (figura 3.31 superior).
2. Anuden 2 globos como se muestra en la figura de arriba a la derecha. Hagan lo mismo con el otro par (figura 3.31, centro).
3. Embonen los dos pares de tal manera que formen el modelo del metano, como se muestra en la figura 3.31, inferior.
4. Construyan los modelos de las moléculas de: amoníaco, agua y cloruro de hidrógeno. Recuerda sustituir los globos del No. 6 por globos del No. 9 para representar a los pares electrónicos libres. Observa el modelo del amoníaco.
5. El borano ( $\text{BH}_3$ ) es una molécula en la cual el átomo de boro no cumple con la regla del octeto. Representa su estructura de Lewis y construye un modelo de globos para el borano.



Figura 3.31 Representación de pares de enlace libres en moléculas.

### Resultados y conclusiones

Observen los modelos que construyeron y contesten:

1. ¿El ángulo entre los pares de enlace aumenta o disminuye al aumentar el número de pares electrónicos libres? ¿A qué creen que se deba?
2. Describan la forma de la molécula de borano, según el modelo que construyeron.
3. En grupo, discutan sobre las respuestas a las preguntas anteriores. ◀

### La tabla de electronegatividad de Pauling

Gillespie y Nyholm utilizaron las ideas de Lewis para explicar la geometría de las moléculas, pero no explicaron cómo es que dos átomos pueden compartir un par electrónico y formar un enlace. En 1939, Linus Pauling publicó una de las obras más importantes de la química moderna: *La naturaleza del enlace químico*, en la cual explica los mecanismos mediante los cuales se forma un enlace entre dos átomos (figura 3.32).

Pauling también usó las ideas de Lewis e introdujo la idea de que los electrones de valencia son atraídos de manera diferente por los átomos que forman un enlace. En general, siempre hay un átomo que atrae más los electrones del enlace, y encontró una tendencia mayor de los no metales a atraer los electrones del enlace, a esta propiedad le llamó electronegatividad. En la secuencia 12 revisamos algunos aspectos de la electronegatividad, sobre los cuales profundizaremos en esta sección.

La electronegatividad es una propiedad de los elementos y se manifiesta al formar un enlace y en los enlaces ya formados. Cuando se forma un enlace entre dos átomos se libera energía en forma de calor ( $Q$ ).

	Ecuación general	Ejemplo
Entre átomos iguales	$A + A \longrightarrow A-A + Q_{A-A}$	$H + H \longrightarrow H-H + Q_{H-H}$ $Cl + Cl \longrightarrow Cl-Cl + Q_{Cl-Cl}$
Entre átomos diferentes	$A + B \longrightarrow A-B + Q_{A-B}$	$H + Cl \longrightarrow H-Cl + Q_{H-Cl}$

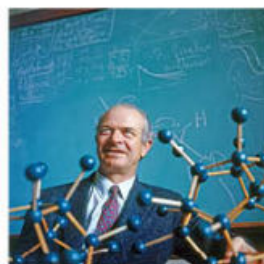


Figura 3.32 Linus Pauling, cuya obra *La naturaleza del enlace químico* es una de las más importantes aportaciones a la química moderna.

El calor que se libera al formarse un enlace entre dos átomos de diferentes elementos siempre es mayor al calor promedio liberado cuando se forma un enlace entre átomos iguales, por lo que si se hace la resta de estos valores siempre queda un excedente ( $E_{A-B}$ ).

$$Q_{A-B} - (Q_{A-A} + Q_{B-B})/2 = E_{A-B}$$

Pauling supuso que este excedente se debía a la estabilización provocada por el desplazamiento de los electrones que forman el enlace hacia el átomo que los atrae más. A partir de los valores de  $E_{A-B}$  calculó valores de electronegatividad ( $\chi$ ) de la mayor a de los elementos (figura 3.33) de tal manera que satisficieran la siguiente relación:

$$(\chi_A - \chi_B)^2 = K E_{A-B}$$

Ajustó el valor de la constante  $K$  para que la electronegatividad fuera adimensional y el elemento más electronegativo de todos (flúor) tuviera un valor de electronegatividad igual a 4 (figura 3.33).

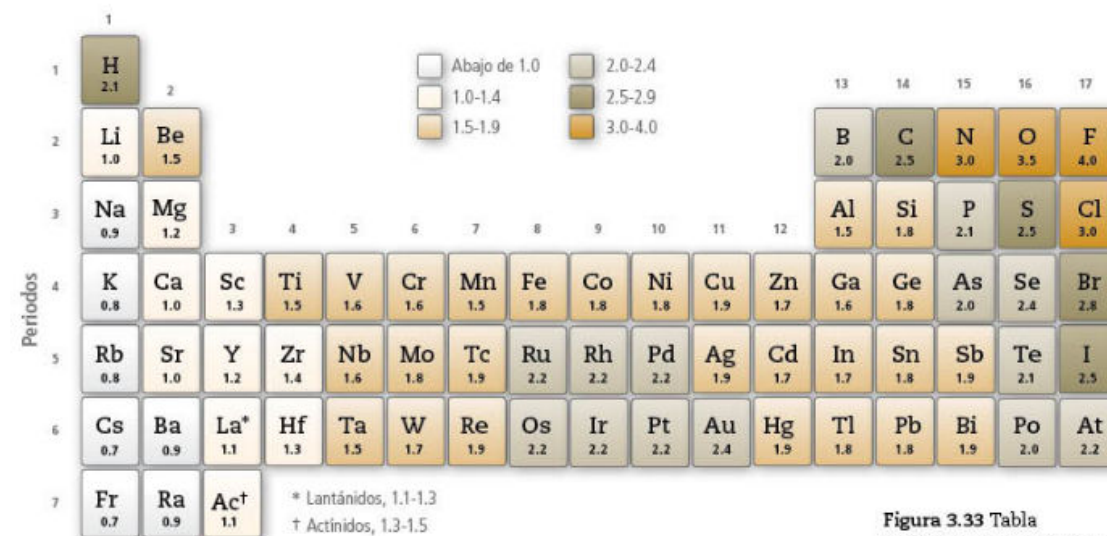


Figura 3.33 Tabla periódica con los valores de electronegatividad de Pauling.

Linus Pauling propuso esta magnitud por primera vez en 1932, como un desarrollo más de su teoría del enlace. La electronegatividad no se puede medir experimentalmente de manera directa, pero sí a partir de otras propiedades atómicas o moleculares. Pauling analizó y sistematizó los datos de energía liberada al producir compuestos, y así logró establecer **la escala de electronegatividades**, una de las aportaciones más importantes a la química moderna. Se han propuesto distintos métodos para su determinación y aunque hay pequeñas diferencias entre los resultados obtenidos, todos los métodos muestran la misma tendencia periódica entre los elementos.

El procedimiento de cálculo más común es el propuesto inicialmente por Pauling. El resultado obtenido es un número que varía entre 0.7 para los elementos menos electronegativos (cesio y francio) y 4.0 para el mayor (flúor).

En general, los no metales tienen electronegatividades altas por lo que atraen electrones para completar su octeto y los metales tienen electronegatividades bajas, porque es más conveniente perder unos pocos electrones y completar su nivel anterior, en vez de ganar muchos para completar el siguiente nivel.

Como resultado de esto, los diferentes valores de electronegatividad de los átomos determinan el tipo de enlace que se formará en la molécula. Según la diferencia entre las electronegatividades de éstos, se puede determinar qué tipo de enlace se formará, como veremos más adelante (figuras 3.34 y 3.35).

Linus Pauling obtuvo, en 1954, el Premio Nobel de Química por sus investigaciones sobre la naturaleza del enlace químico. Sin embargo, hizo muchas aportaciones a otras áreas, como física, medicina, biología molecular y genética (propuso un modelo para el ADN antes que Watson y Crick, aunque no fue tan exitoso). Además, recibió el premio Nobel de la Paz en 1962 por oponerse activamente a la construcción de bombas atómicas.

### Uso de la tabla de electronegatividad

Para analizar el tipo de enlace entre dos átomos, se suele utilizar la diferencia de electronegatividad  $D_{A-B}$ , que corresponde a la electronegatividad del elemento más electronegativo ( $\chi_A$ ) menos la diferencia del elemento menos electronegativo ( $\chi_B$ ), es decir:

$$\Delta A - B = \chi_A - \chi_B$$

Cuando se unen dos átomos del mismo elemento ninguno de ellos atrae con mayor fuerza a los electrones en el enlace, pues ambos tienen la misma electronegatividad:  $\Delta_{A-B} = 0$ . Se dice que el enlace es **covalente** (de igual valor). Como los electrones están distribuidos de manera equitativa entre los dos átomos, al enlace se le llama, además: **no polar**.

Si los átomos corresponden a elementos diferentes, pero tienen una electronegatividad muy parecida (y por lo tanto  $\Delta_{A-B}$  es pequeña), al enlace se le sigue considerando no polar, porque la deficiencia o acumulación de la concentración de electrones de ambos átomos es muy pequeña y el enlace se comporta prácticamente como lo hacen los enlaces entre átomos iguales.

Tomando en cuenta cómo se comportan los enlaces entre diferentes elementos, se ha llegado al consenso de considerar no polar a un enlace, si la diferencia de electronegatividad es igual o menor a 0.4. La diferencia de electronegatividades entre el carbono (2.5) y el hidrógeno (2.1) es justamente 0.4 y las moléculas con enlaces C-H, se atraen débilmente y su temperatura de ebullición es baja.

Todas las sustancias elementales de los no metales y los compuestos con carbono e hidrógeno tienen enlaces covalentes no polares o con una polaridad muy baja comparados con los enlaces que se forman entre un elemento no metálico y uno metálico.

En la figura 3.36 se muestra la estructura de sustancias cuyas moléculas son no polares o con polaridad muy baja, las cuales son gases a temperatura ambiente.

### Fluoruro de cesio

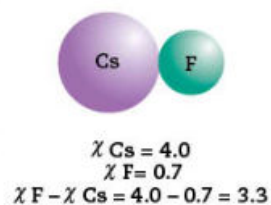


Figura 3.34 La diferencia de electronegatividades indica que en el enlace entre el flúor y el cesio en el fluoruro de cesio (CsF), el flúor prácticamente se apropia de los electrones, por lo que se vuelve negativo y el cesio queda positivo.

### Yoduro de hidrógeno

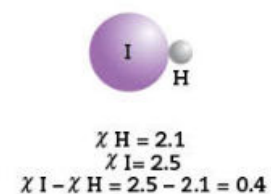
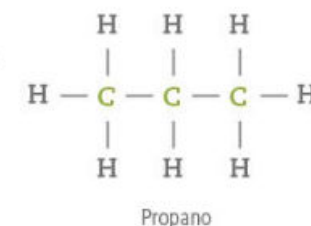
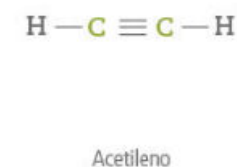
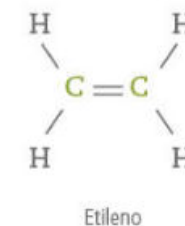
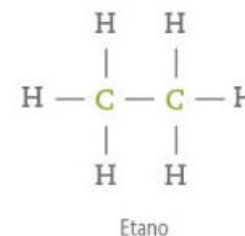
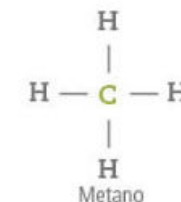


Figura 3.35 Aunque la electronegatividad del yodo es mayor a la del hidrógeno en el yoduro de hidrógeno (HI), la diferencia no es tan notable como en el caso del fluoruro de cesio, por lo que los electrones están casi igualmente compartidos por ambos átomos.



Al aumentar la diferencia de electronegatividad entre dos átomos, el átomo más electronegativo atrae con mayor fuerza a los electrones del enlace, por lo que adquiere carga parcial negativa (se escribe  $\delta^-$ ), mientras que el otro átomo adquiere carga parcial positiva (se escribe  $\delta^+$ ). Para decirlo de otra manera: los electrones quedan más cerca del átomo más electronegativo y se vuelve más negativo; y quedan más lejos del elemento más electropositivo (el menos electronegativo), por lo que aparentemente en este último es más la carga positiva de su núcleo que la de sus electrones y, por lo tanto, queda más positivo. Ambos átomos hacen que la molécula sea neutra en carga, pero la carga queda repartida de manera desigual.

Tomemos como ejemplo el agua. Gracias a las estructuras de Lewis, sabemos que cada uno de los átomos de hidrógeno ( $\chi_H = 2.1$ ) forma un enlace con el átomo de oxígeno ( $\chi_O = 3.5$ ). La diferencia de electronegatividad es 1.4.

Por lo que el oxígeno adquiere carga parcial negativa y los átomos de hidrógeno adquieren carga parcial positiva (figura 3.37).

Las cargas parciales opuestas se atraen, por lo que los átomos de oxígeno e hidrógeno de moléculas vecinas se atraen y permanecen unidas (figura 3.38).

Este tipo de uniones son más débiles que un enlace covalente y se les conoce como **interacciones dipolo-dipolo** (cada molécula actúa como si se tratara de un pequeño imán). Las interacciones dipolo-dipolo más fuertes son aquellas en las que, como en el caso del agua, la carga parcial positiva la tiene un átomo de hidrógeno, y se les llama **puentes de hidrógeno**. Los puentes de hidrógeno son los responsables de que el agua tenga propiedades físicas y químicas excepcionales como hervir a temperatura muy alta y que su sólido sea menos denso que su líquido a la misma temperatura, además de su gran acción disolvente por lo que es indispensable para la vida.

Figura 3.36 Estructura de algunas sustancias covalentes no polares.

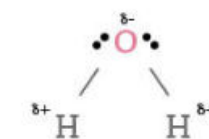


Figura 3.37 Molécula de agua, donde el oxígeno adquiere carga parcial negativa.

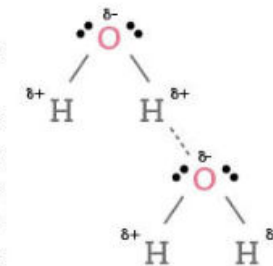


Figura 3.38 Las cargas opuestas de moléculas vecinas se atraen, permitiendo que permanezcan unidas.

En la figura 3.39, se muestran las estructuras de Lewis de algunos compuestos con enlaces covalentes polares y sus cargas parciales.

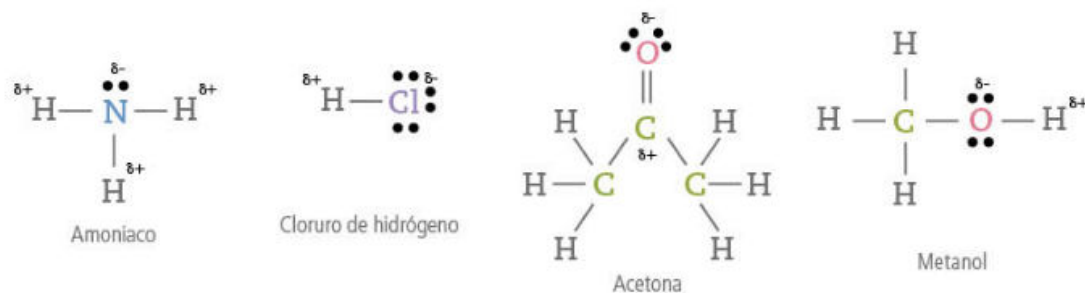


Figura 3.39 Ejemplos de moléculas con enlaces covalentes polares.

En las moléculas de acetona y metanol hay enlaces carbono-hidrógeno, los cuales son no polares, pero como estas moléculas también tienen una parte polar, se comportan como moléculas polares y son líquidos. Aunque el amoníaco y el cloruro de hidrógeno son gases, tienen temperaturas de ebullición muy superiores a las del hidrógeno, oxígeno y nitrógeno moleculares.

Después de analizar la manera en la que se comportan los enlaces en muchas moléculas, se ha llegado al consenso de que un enlace **covalente polar** se forma cuando la diferencia de electronegatividad entre los elementos **está entre 0.4 y 1.7**. Cuando se unen un metal con un no metal, es común que la diferencia de electronegatividades sea igual o mayor a 1.7.

En estos casos, el elemento más electronegativo (no metal) atrae con mucha mayor fuerza a los electrones, por lo que despoja al menos electronegativo (metal) de los mismos. El no metal adquiere una o más cargas negativas completas. El metal, al perder electrones, adquiere cargas positivas con lo que se forma un **compuesto iónico**.

En el cloruro de sodio la diferencia de electronegatividades es de 2.1 y es el ejemplo clásico de compuesto iónico. La reacción de formación del cloruro de sodio es la más sencilla. Para escribir la reacción de formación a partir de los átomos de los elementos utilizamos un átomo de sodio y uno de cloro: el sodio tiene un electrón de valencia y al cloro le falta un electrón para completar su octeto (figura 3.40).

Un ejemplo más complejo es el del óxido de sodio ( $\text{Na}_2\text{O}$ ), en el cual la diferencia de electronegatividad es de 2.6 (figura 3.41). Utilizaremos un átomo de oxígeno y dos de sodio.

Como ya hemos visto, estas cargas se acomodan en una estructura tridimensional para formar un sólido.



Figura 3.40 Formación de los iones positivo del sodio y negativo del cloro.

lido cristalino. Este tipo de ejercicios nos ayudan a entender por qué en el compuesto hay dos átomos de sodio y uno de oxígeno y cómo es que de esta manera la fórmula no tiene carga total, ya que las cargas positivas y las negativas se anulan. Sin embargo, esto no significa que los compuestos iónicos siempre se produzcan de esta manera. Hay muchas otras reacciones que producen óxido de sodio, y otras tantas para el cloruro de sodio.

La electronegatividad es muy útil porque nos permite predecir el tipo de enlace entre dos elementos y con ello darnos una idea de las propiedades que tendrá el compuesto que se forme. El esquema de la figura 3.42 muestra los criterios que se utilizan para predecir el tipo de enlace que se da entre dos elementos.

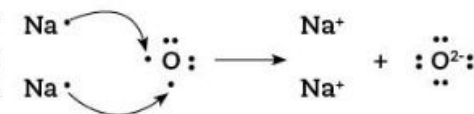
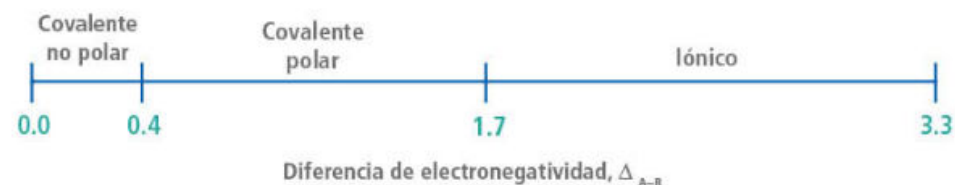


Figura 3.41 Formación de los iones positivo del sodio y negativo del oxígeno. En estado sólido formarán el óxido de sodio.



### Relación entre tipo de enlace y propiedades

Podrás predecir el tipo de enlace y algunas propiedades de algunas sustancias.

1. Calcula la diferencia de electronegatividad en los enlaces de los siguientes compuestos: borano ( $\text{BH}_3$ ), silano ( $\text{SiH}_4$ ), fluoruro de aluminio ( $\text{AlF}_3$ ) y dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ).
2. Con base en la diferencia de electronegatividades, indica qué tipo de enlace hay en cada uno de ellos.
3. Escribe la estructura de Lewis de aquellos que sean covalentes.
4. Escribe la ecuación correspondiente a la formación de los que sean iónicos.
5. ¿Cuáles de ellos serían sólidos a temperatura ambiente? ¿Cuáles serían gases?
6. ¿Cómo explicas el estado físico de estos compuestos, considerando su tipo de enlace? ◀

### Limitaciones de la electronegatividad

Aunque es útil usar la diferencia de electronegatividad para clasificar los enlaces, este sistema tiene ciertas limitaciones que analizaremos a continuación:

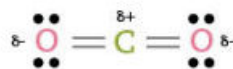
1. **Enlaces entre metales:** en los metales la electronegatividad es muy variada. Si usamos el criterio anterior, diríamos que los átomos, en una barra de oro,

Figura 3.42 Escala de diferencias de electronegatividad,  $\Delta_{A-B}$ , y la ubicación de los diferentes tipos de enlace.

están unidos por enlaces covalentes no polares, mientras que la unión entre el calcio y el cobre sería covalente polar y aquella entre el francio y el oro sería iónica. En todos estos casos se ha cometido un error: el enlace es metálico.

La razón de lo anterior es que para todos los metales la electronegatividad es pequeña, por lo que los electrones no están atados a ningún átomo y forman parte de una nube en la cual pueden desplazarse a lo largo de toda la pieza metálica. Podemos establecer otro criterio para estos casos: el enlace entre dos metales siempre será metálico.

**2. En los límites:** la diferencia entre las electronegatividades del silicio y del oxígeno es de 1.7. Con base en ese criterio, ¿el óxido de silicio ( $\text{SiO}_2$ ) es covalente polar o iónico?, ¿qué pasa con los óxidos de germanio ( $\text{GeO}_2$ ) y de estaño ( $\text{SnO}_2$ ) que tienen la misma diferencia de electronegatividad? El enlace en el dióxido de silicio es covalente polar y los óxidos de germanio y estaño muestran propiedades intermedias entre lo covalente polar y lo iónico. De este modo, aunque nosotros clasifiquemos a los enlaces, en la realidad pueden tener un comportamiento intermedio entre dos tipos.



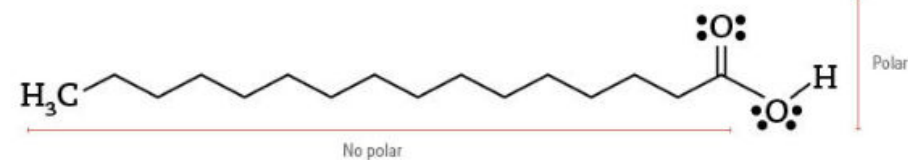
**Figura 3.43** En la molécula del dióxido de carbono hay una carga parcial negativa en ambos extremos y una carga parcial positiva en el centro.

**3. Polar o no polar:** hemos fijado la diferencia de electronegatividad 0.4 como un criterio para clasificar los enlaces como polares o no polares. Sin embargo, algunas moléculas que tienen enlaces polares se comportan de manera muy similar a aquellas formadas por enlaces no polares. El dióxido de carbono es un gas y aunque hay una carga parcial negativa en los átomos de oxígeno y positiva en los de carbono, las moléculas no se atraen unas con otras, ¿por qué? Veamos su estructura de Lewis en la figura 3.43.

Las cargas parciales negativas se encuentran en el exterior de la molécula, mientras que la carga parcial positiva está en el interior. Como consecuencia de esto, las moléculas no pueden interactuar unas con otras y se dice que la molécula es no polar, a pesar de estar formada por enlaces polares.

**4. Moléculas o redes:** que un compuesto presente enlaces covalentes polares no implica forzosamente que sea soluble en agua, ya que algunos forman redes que no se pueden disolver, como en el caso del dióxido de silicio.

Por otro lado, las moléculas que tienen en su estructura enlaces polares como no polares, generalmente presentan un comportamiento que responde al tamaño que ocupa la parte no polar en la misma. En la molécula de metanol la parte no polar es pequeña y el compuesto se comporta como un compuesto polar, mientras que en el ácido esteárico ( $\text{C}_{18}\text{H}_{36}\text{O}_2$ ) la parte no polar es grande y se comporta como un compuesto no polar (figura 3.44).



**Figura 3.44** La parte polar de la molécula de ácido esteárico se ubica en un extremo de la molécula.

### ¡Aplica!

- Además del dióxido de silicio, ¿qué otros materiales existen que no sean solubles en agua y que puedan formar redes? Piensa, por ejemplo, en aquellos que son sólidos a temperatura ambiente.
- Los compuestos iónicos se disocian al disolverse en agua, formando iones que pueden conducir la corriente, mientras que los compuestos covalentes forman moléculas que prácticamente son neutras y por ello no conducen. ¿Cuáles de los siguientes compuestos serían covalentes y cuáles serían iónicos? Para poder desarrollar esta parte, construye las estructuras de Lewis que consideres útiles.
  - Cloruro de cobalto(II)
  - Óxido de carbono(II)
  - Bromuro de magnesio
  - Disulfuro de carbono
- Busca en internet las estructuras de Lewis de la acetona y el metanol. Utilizando las diferencias de electronegatividad, clasifica los enlaces según correspondan a iónicos, covalentes polares y no polares.
  - Explica por qué la acetona y el metanol se pueden disolver en agua. Une cada una de estas moléculas con al menos una molécula de agua por medio de sus cargas parciales.
- Explica si el silano ( $\text{SiH}_4$ ) puede o no ser soluble en agua. ◀

Al disolver un edulcorante en agua, las sustancias polares se disuelven, pero el dióxido de silicio, que está finamente dividido y en pequeña cantidad, queda encubierto por otros materiales como los colorantes. Cuando lo comemos, lo tragamos y sale de nuestro cuerpo tal y como entró.

En conclusión, el estudio de los materiales debe mucho a Lewis y PAULING, ya que sus propuestas dieron lugar a la “tercera revolución de la química”, que bien se ejemplifica con el caso del dióxido de silicio: la diferencia de electronegatividades entre el silicio y el oxígeno nos dice que este compuesto presenta enlaces covalentes polares, sin embargo no es soluble en agua porque no forma un compuesto molecular, sino que forma una red covalente.

#### TE RECOMENDAMOS...

consultar el archivo en formato PDF: Velázquez Márquez, Alfredo, *Cómo dibujar estructuras de Lewis de moléculas sencillas*, en: <http://edutics.mx/jne> (consulta: 01 de junio de 2016), para que repases las estructuras de Lewis.







### A comparar escalas

Compararás las escalas astronómica y microscópica con la humana.

Observa la figura 3.47 y contesta.

1. ¿Cuál es tu estatura en metros?
2. ¿Cuántas personas de tu estatura se necesitarían para cubrir la distancia de la Tierra al Sol?
3. ¿Cuántos átomos apilados uno sobre otro se necesitan para que la pila alcance tu estatura?
4. Tomando en cuenta lo anterior, ¿dirías que eres grande o pequeño? Explica.
5. Puesto que la notación científica nos facilita el manejo de cifras muy grandes o muy pequeñas, ¿qué tan grande es el número de Avogadro? Explicalo comparándolo con algo.
6. Observa las imágenes y acomoda en una escala los objetos, del más pequeño al más grande.
7. Si pudieras caminar hasta la Luna, darías unos 380 millones de pasos, y para llegar al Sol, 150 mil millones. Si sustituyeras por pasos el número de Avogadro, ¿hasta dónde llegarías? ¿Atravesarías el Sistema Solar, la Vía Láctea, un cúmulo de galaxias o el Universo entero?
8. Comenta tus respuestas con el grupo. Mencionen otros ejemplos relacionados con cantidades muy grandes y muy pequeñas. ◀



Figura 3.47 Escala astronómica y microscópica.

En el Universo hay cosas muy grandes y muy pequeñas. Lo muy grande, como planetas o galaxias, se estudia desde la astronomía; lo muy pequeño, como los átomos y moléculas se estudia desde la física y la química. Pero, ¿cómo podemos representar las cosas muy grandes o muy pequeñas para entenderlas? Es útil comparar estas representaciones para que nos sean familiares, por ejemplo, con nuestro propio tamaño como punto de referencia. Estas representaciones se pueden utilizar también para otras dimensiones como la masa.

En la secuencia didáctica 9, vimos que es práctico expresar la masa de un átomo o de una molécula en unidades de masa atómica (uma), pero que para tratar con cantidades de materia como las que solemos manipular es conveniente usar gramos. Para ello, usamos la masa molar, que es la masa en gramos de un mol de sustancia.

Ahora profundizaremos un poco más en el concepto de mol.

### Unidad de medida: mol

Antiguamente, en los mercados, se utilizaban unidades de medida basadas en el conteo de piezas (figura 3.48). Así, los huevos se vendían (y aún así se encuentran los paquetes en los supermercados) por docena, lo mismo que las flores y la cerámica (vasos y platos).



Figura 3.48 Antiguamente la medición de las frutas a la venta se hacía en unidades de conteo de piezas, como la docena o la gruesa.

Para medidas de cantidades grandes, se utilizaba la gruesa (12 veces 12) con la que se contaban al mayoreo muchas de las frutas.

Aunque una docena de limones no tiene la misma masa que una docena de naranjas, sí podemos decir que hay la misma cantidad de piezas en tres docenas de limones que en tres docenas de naranjas. Algo parecido ocurre en la química, sin tratar de trivializar algo tan complejo, podemos decir que al usar el mol podemos garantizar que tenemos la misma cantidad de partículas, sin importar la sustancia de que se trate.

Como vimos en el Bloque 2, para desarrollar el concepto de **masa molar** se utilizó la hipótesis de Avogadro, la cual constituyó un gran avance en el conocimiento de la química.

Con base en una estimación del tamaño hipotético de las moléculas del aire, en 1865, el químico y físico austriaco **Josef Loschmidt** (figura 3.49) calculó la cantidad de partículas que había en un gramo de aire; y aunque obtuvo un resultado inexacto, era notablemente aproximado.

Después, diversos científicos calcularon y demostraron que las moléculas de aire eran en realidad más pequeñas de lo que Loschmidt pensaba, y que en un contenedor de 22.4 litros lleno de hidrógeno en estado gas ( $H_2$ ) había alrededor de 602 300 000 000 000 000 000 moléculas, sin olvidar que hay también el mismo número de moléculas de oxígeno, de acuerdo con lo que afirmó Avogadro. Por ello, en honor al italiano, dicho valor se llamó **Constante de Avogadro ( $N_A$ )**, aunque en los países de habla alemana se conoce como: **número de Loschmidt**.

Este número se usa para manejar cifras muy grandes. Es tan grande, que el simple hecho de escribirlo representa un problema, ya que incluye 23 cifras después del número 6.

El número de moléculas en 22.4 litros de un gas (siempre que la temperatura sea  $0^\circ C$  y se tenga una atmósfera de presión) es tan grande que, si apiláramos la misma cantidad de hojas de papel, ¡la columna llegaría de la Tierra al Sol y la sobrepasaría más de un millón de veces! Y si colocáramos granos de arena sobre todo México, alcanzarían una altura de cinco metros. Sin embargo, ese mismo número de moléculas de agua apenas serviría para un par de tragos. ¡Así de pequeñas son las moléculas... y los átomos aún más!

Gracias a los métodos y técnicas desarrollados por los químicos de los siglos XVIII y XIX, ahora es posible obtener muestras de gas con una cierta cantidad (siempre aproximada) de moléculas. Con estos datos, se determinan las cantidades de reactivos para producir una reacción, sin que sobre alguno de los reactivos y se consiga la cantidad de producto deseado.

Para ilustrar la manera en que los químicos hacen este tipo de cálculos, utilizaremos una analogía. Aunque los frijoles no son, ni remotamente, tan pequeños como los átomos, puede resultar complicado contar, por ejemplo, los frijoles en una bolsa de un kilogramo. Veamos cómo se puede hacer.

#### TE RECOMENDAMOS...

revisar nuevamente el Bloque 2, ya que en él estudiaste el concepto de **masa molar** y lo pusiste en práctica mediante la técnica del análisis elemental, que consiste en introducir varios gases en un contenedor de 22.4 litros y calcular la masa de cada elemento con el porcentaje total de una muestra a la misma temperatura y presión.



Figura 3.49 Josef Loschmidt (1821-1895). Fue uno de los primeros investigadores en intentar medir el número de Avogadro.



### Creación de un método de estimación

Desarrollarán un método para estimar de manera indirecta cantidades grandes de objetos pequeños.

#### Material

Un kilogramo de frijol, un kg de arroz, tres vasos desechables, jeringa de 5 ml y una balanza.

#### Procedimiento

1. Propongan algún método para estimar el número de frijoles que hay en una bolsa de un kilogramo de capacidad (figura 3.50).
2. Describan su procedimiento y luego utilícenlo para determinar la cantidad que hay en la bolsa. Regístrenlo. Debido a que resultará un número de varias cifras, no parece buena idea contar los frijoles uno por uno.
3. Compáren su método con el de otro equipo; destaquen las ventajas y desventajas de ambos.
4. Midan el volumen del kilogramo de frijol.
5. Retiren el émbolo de la jeringa y pongan todos los frijoles que quepan en ella.
6. Cuenten el número que ocupan 5 ml; luego midan la masa de los 5 ml de frijoles.

#### Resultados y conclusiones

1. ¿Cuál es el volumen aproximado que ocupa un frijol?
2. ¿Cuál es la masa aproximada de un frijol?
3. Con los datos obtenidos, estimen el número de frijoles que hay en la bolsa de un kilogramo y regístrenlo.
4. ¿Qué tan cercana fue esta estimación con la que hicieron en el punto 1?
5. ¿Podrían hacer lo mismo con un kilo de arroz?
6. También se puede medir de manera indirecta utilizando características como la masa y el volumen. ◀

Ahora tenemos un número aproximado de granos de frijol en un kilogramo, análogo al procedimiento realizado por Loschmidt, para estimar la cantidad de partículas en un gramo de aire, sin embargo, tal vez, aún consideres necesario contarlos uno por uno para corroborar la estimación. Imaginemos que nos piden averiguar el número de granos de arroz que hay en un contenedor que pesa muchas toneladas. Aunque parezca una cantidad muy grande, en realidad no es nada comparado con el número de moléculas de oxígeno dentro de un vaso. A continuación, trabajaremos para ilustrar la construcción de los conceptos de mol y masa molar.



### Para comprender el concepto de "mol"

Desarrollarás conceptos análogos a mol (*fev*) y masa molar (*masa fevlar*).

1. Calculen cuántos frijoles hay en un vaso con el método anterior. Llaman a este número *fev* ("frijoles en vaso"), que será la unidad de medida para este experimento, análogo al mol.



Figura 3.50 ¿Cuántos frijoles o arroses hay en cada bolsa?

2. En otro vaso pongan un *fev* de arroz (con ayuda de su profesor hagan los cálculos necesarios).
3. ¿Qué masa tiene un vaso con arroz equivalente a un *fev*?
4. Pongan en un vaso un *fev* de frijoles; y en otro más, el *fev* de arroz. Luego, respondan:
  - a) ¿El arroz y los frijoles dentro de los vasos tienen la misma masa?
  - b) ¿Tienen el mismo volumen? ¿Por qué?
  - c) ¿Hay la misma cantidad de frijoles y granos de arroz en los vasos?
  - d) ¿Un kilogramo de arroz y uno de frijoles tienen la misma cantidad de granos?
  - e) ¿Tienen el mismo volumen?
5. Ya que sabes cuántos hay en un kilogramo, ¿cuántas *fev* de frijoles hay en un kilogramo? Si denominamos la masa de un *fev* de algún grano como *masa fevlar*, escribe el valor de la *masa fevlar* del arroz y de los frijoles. ◀



Figura 3.51 Para analizar la cantidad de cera que se consume se usan las masas molares.

Para hacer una sopa con cantidades iguales de frijoles y granos de arroz, puedes calcular cuántos granos de cada uno son necesarios (mil, por ejemplo). Sin embargo, eso limita la cantidad de sopa que intentes preparar. Si deseáramos hacer sopa con el doble de arroz que de frijoles, entonces la masa de arroz que debemos agregar será el doble de la que habías medido anteriormente. Lo mismo sucede en las reacciones químicas.

Así como hemos trabajado para obtener datos de masa y volumen de los granos de frijol y de arroz, los químicos se las han ingeniado para lidiar con átomos y moléculas. Por ejemplo, la masa de una sustancia gaseosa en un recipiente de 22.4 l de capacidad tiene un número  $N_A$  de moléculas. La masa en gramos de cada molécula, es la masa molar entre el número de moléculas; por ejemplo, la masa de una molécula de hidrógeno se calcula dividiendo la masa molar del hidrógeno entre el número de moléculas que tiene un mol de hidrógeno, es decir  $2 \text{ g} / 6 \times 10^{23} = 3.33 \times 10^{-24} \text{ g}$ , una cantidad extraordinariamente pequeña. Por ello es más útil usar sencillamente la masa molar, que para el caso del  $\text{H}_2$  es de 2 g/mol.

Para analizar lo que sucede al quemar la cera de una vela de eicosano ( $\text{C}_{20}\text{H}_{42}$ ) con oxígeno ( $\text{O}_2$ ), debemos usar las masas molares de cada molécula. La masa molar de  $\text{C}_{20}\text{H}_{42} = 282.5 \text{ g/mol}$  y masa molar de  $\text{O}_2 = 32 \text{ g/mol}$ . Por lo tanto, 282.5 g de cera (figura 3.51) tendrán la misma cantidad de moléculas que 32 g de  $\text{O}_2$ : un mol. La reacción de combustión de la cera es:



Esta expresión indica que dos mol de eicosano reaccionan con 61 mol de oxígeno molecular para producir 40 mol de dióxido de carbono y 42 mol de agua. De igual manera, podemos decir que dos moléculas de eicosano reaccionan con 61 moléculas de oxígeno molecular para producir 40 moléculas de dióxido de carbono y 42 de agua; cualquiera de las dos interpretaciones es correcta.

Gracias al concepto de "mol", resulta fácil contabilizar las masas de los reactivos que intervinieren en una reacción química. A la cantidad de partículas de una sustancia expresadas en mol se le llama: **cantidad de sustancia**.



### ¿Cómo se forma el cloruro de sodio?

Calcularás cantidades de sustancias relativas a la reacción de formación de cloruro de sodio, a partir de sodio y cloro elementales.



Para predecir la cantidad de producto en la reacción química entre Na y Cl, es necesario conocer con detalle las características de los reactivos y la **estequiometría** de la reacción.

1. Balanceen la reacción anterior y contesten en su cuaderno lo siguiente:

- ¿Cuántos átomos de sodio hay en un mol?
- ¿Cuál es la masa molar del cloro en estado molecular ( $\text{Cl}_2$ )?
- ¿Cuántas moléculas de cloro hay en un mol?
- ¿Cuántos átomos de sodio hay en 20 g?
- ¿Qué masa de cloro molecular tiene la misma cantidad de moléculas que los 20 g de sodio?
- Imaginen que tienen 20 g de sodio y desean llevar a cabo una reacción con cloro para producir cloruro de sodio. ¿Qué cantidad de cloro necesitan para que no sobre nada de los reactivos?

2. Verifiquen los resultados con su maestro. ◀

#### GLOSARIO

**Estequiometría.** Cálculo de las relaciones cuantitativas entre los reactivos y los productos en el transcurso de una reacción química.

En el caso del cloruro de sodio de la actividad anterior, sabemos que cuando se acaben los reactivos, la reacción terminará. En el caso de la vela, la reacción terminará cuando: se termine la cera, si la reacción se lleva a cabo al descubierto o al acabarse el oxígeno, si la tapamos con un vaso. En ambos casos, uno de los reactivos sobra, porque el otro se termina y la reacción no puede proceder si no están ambos presentes. Al reactivo que se termina, provocando que la reacción se detenga, se le llama: **reactivo limitante**. En el primer caso, el *reactivo limitante* es la cera y en el segundo, es el oxígeno.

En las ecuaciones químicas, las cantidades de reactivos están “balanceadas”, de manera que si la reacción se lleva a cabo con las cantidades indicadas, al final no debe sobrar nada de los reactivos y sólo deben quedar los productos. Pero, muchas veces es necesario usar alguno de los reactivos en mayor cantidad para garantizar que se obtenga la cantidad de producto deseado.

Que los reactivos no se encuentren en proporción estequiométrica (esto es que se encuentren en cantidades diferentes a las proporciones que indica la ecuación balanceada) explica, en parte, los problemas de contaminación en las grandes ciudades, en particular de los países con pocos controles sobre las emisiones contaminantes de vehículos (figura 3.52). Por ejemplo, la combustión de gasolina (específicamente de uno de sus componentes, el octano  $\text{C}_8\text{H}_{18}$ ) puede representarse mediante la siguiente ecuación química:



Sin embargo, cuando se quema en un motor mal afinado, a menudo lo hace con menos oxígeno del necesario. En estas condiciones, se produce una combustión *incompleta* que puede representarse por la siguiente ecuación:



Figura 3.52 No todo el combustible de los vehículos automotores se quema al 100%.



Fijate que en ambos casos, aunque la reacción se lleva a cabo con 2 mol de octano, en el primer caso se requieren 25 mol de oxígeno, mientras que en el segundo caso sólo participan 17 mol.

Aunque el dióxido de carbono está asociado con el efecto de invernadero, también participa en el ciclo de la vida, al ser incorporado por los vegetales mediante la fotosíntesis; sin embargo, el monóxido de carbono (CO) de la segunda ecuación, es un veneno para prácticamente cualquier organismo. Hasta hace relativamente poco tiempo, el nivel de monóxido de carbono era muy alarmante en varias ciudades industrializadas (figura 3.53).

Esto ha cambiado, gracias a que hay normas más estrictas sobre la calidad del aire, mejores motores y un invento llamado “convertidor catalítico”. Sin embargo, en tiempo de frío es común que en México haya accidentes y aun fallecimientos en las zonas montañosas y en los estados del norte del país, debido a que la gente usa “calentones” o braseros de carbón para calentar sus viviendas y, casi siempre, se forma monóxido de carbono (figura 3.54).

### ¡Aplica!

Supón que la masa inicial de una vela de eicosano ( $\text{C}_{20}\text{H}_{42}$ ) es 11.503 g y después de llevar a cabo la combustión dentro de un vaso, su masa es 11.456 g.

- Calcula lo siguiente:
  - La masa de cera que se consumió.
  - Los mol de eicosano que reaccionaron.
  - Los mol de oxígeno que reaccionaron.
  - Las moléculas de oxígeno que había dentro del vaso. Expresa este número utilizando la notación científica.
- Vuelve a realizar los cálculos considerando que la vela era de escualeno ( $\text{C}_{30}\text{H}_{50}$ ) (figura 3.55).
- Valida tus resultados con tu profesor. ◀

Para determinar la cantidad de oxígeno dentro del vaso, podemos medir la masa de cera que se consumió, restando la masa final de la cera a la masa antes de la combustión. Con el dato de la masa molar del eicosano, podemos calcular su número de mol y si lo multiplicamos por los mol de oxígeno que reaccionan con un mol de eicosano, obtenemos los mol de oxígeno que reaccionaron y que había dentro del vaso. Finalmente, utilizando el número de moléculas en cada mol ( $N_A$ ), podemos calcular la cantidad de moléculas de oxígeno dentro del vaso.

Como puedes ver, en la investigación científica, también se hace uso de la creatividad para proponer formas de representación, diseñar métodos que nos permitan obtener datos difíciles de calcular y, sobre todo, para plantear nuevas preguntas sobre la naturaleza, el Universo y el funcionamiento de nuestro propio cuerpo.



Figura 3.53 En ciudades con una alta densidad vehicular es posible que haya concentraciones importantes de monóxido de carbono debido a una combustión incompleta.



Figura 3.54 El uso de braseros o “calentones” en espacios cerrados es peligroso, pues se puede formar monóxido de carbono, un gas muy venenoso.

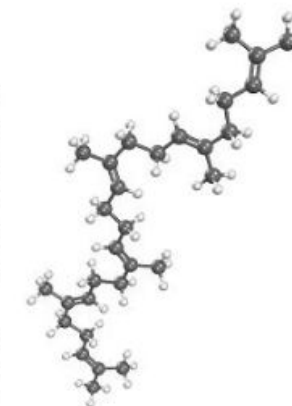


Figura 3.55 Molécula de escualeno.

## Presentación

Una de las cosas esenciales de lo que has estudiado en este bloque, tiene que ver con la posibilidad de transformar los materiales a partir del proceso conocido como **reacción química**. Gracias a que se logró describir dicho proceso químico con las herramientas de la ciencia, fue posible diseñar y fabricar distintos tipos de materiales y aprovechar sus nuevas propiedades. Parte del desarrollo social en la época de la **tercera revolución de la química** está relacionado con este gran avance.

La construcción de un material es resultado de la observación de fenómenos a partir de experimentos diseñados cuidadosamente. Cuando se tenía una hipótesis sobre la naturaleza de la materia, la energía o algún otro aspecto de la química, se diseñaban experimentos que pudieran corroborarlos. Los experimentos son parte fundamental en el quehacer científico y por ello te proponemos que en este proyecto realices alguno que te permita entender más, los temas vistos en el bloque (figura 3.56).



Figura 3.56 La experimentación te permite entender mejor un fenómeno.

Con la información, puedes construir un dispositivo (proyecto tecnológico), profundizar en los contenidos del bloque (proyecto científico) o buscar cómo impactan los temas vistos en la sociedad (proyecto ciudadano). De esta forma, será mucho más clara la relación que tiene la investigación científica con la sociedad y con la vida cotidiana.

Además, en este proyecto te presentaremos más herramientas que te permitirán afinar tu elección del tema, a través del proceso de cómo formular preguntas. De igual manera, es oportuno mejorar los métodos de comunicación para que puedas dar mayor información a tu comunidad.

## Síntesis del bloque

Después de estudiar las diferencias entre las mezclas y sustancias puras, sabes que algunas sustancias puras se pueden separar por métodos químicos en los elementos que las componen. En el Bloque 2, aprendiste una forma de representarlos simbólicamente, usando la nomenclatura química. En este bloque, has observado cómo se producen muchos cambios químicos a través de lo que llamamos reacciones químicas.

En el Bloque 1, aprendiste a representar estos cambios con ecuaciones que deben estar balanceadas a partir del principio de la conservación de la masa.

Y también, que gracias a que en las reacciones se absorbe o se desprende energía en forma de calor, puedes identificar el aporte calórico de los diferentes

alimentos que consumes, y estimar el consumo diario de calorías en función de los requerimientos de tu organismo basado en tus características.

Finalmente, trabajaste sobre la formalización de los conceptos de enlace y sus representaciones a partir de las aportaciones de Lewis, lo que te permite explicar cómo es que los diferentes compuestos adquieren estructuras estables. Además, reconoces cuáles fueron las aportaciones de Pauling en el análisis y sistematización de sus resultados al proponer la tabla de electronegatividad, y puedes identificar la relación entre el tipo de enlace (iónico o covalente) con base en esta propiedad.

## Algunas preguntas sobre el cambio químico

### ¿Cómo elaborar jabones?

Si nos mojamos con abundante agua las manos cuando están llenas de grasa, lo más probable es que no logremos limpiarlas. Esto se debe a que la grasa y el agua no se mezclan y tienden a permanecer separadas. Sin embargo, cuando agregamos jabón es posible retirar la grasa de las manos y dejarlas limpias.

Es esta propiedad de los jabones, la que los ha hecho imprescindibles el día de hoy. Desde hace miles de años se han usado sustancias jabonosas con el fin de limpiar y, desde entonces, se han fabricado a partir de reacciones químicas. Actualmente, la industria de los jabones ha logrado diseñar y fabricar jabones de muchos tipos diferentes: jabones especiales para las manos, otros para lavar trastes, para telas, jabones sólidos y líquidos, desinfectantes, con aromas e incluso vitaminados o con sustancias que ayudan a mantener la piel sana. Esto ha sido posible, gracias al conocimiento de la química y al estudio de las propiedades de los materiales que resultan de las reacciones químicas.

El secreto de los jabones está en su estructura molecular. Un jabón es una sal, es decir un compuesto iónico, producto de las neutralizaciones de sustancias ácidas y básicas y que tiene una forma alargada (lo verás en el siguiente bloque). Uno de los extremos de esta molécula es **hidrofílico**, es decir, que tiende a atraer moléculas de agua, mientras que el otro extremo es **hidrofóbico**, que repele al agua, pero es afín a la grasa (figura 3.57). Al rodear la mugre o un poco de grasa, los extremos de la molécula que repelen al agua encierran la grasa y permiten que sea desprendida.

De acuerdo con su enlace, ¿cómo deben ser estos extremos de las moléculas de jabón para ser hidrofílico o hidrofóbicos? Basándote en las propiedades que se necesitan en las moléculas de los jabones, ¿qué sustancias pueden ser usadas para construir jabones? ¿Se puede hacer jabón casero? (figura 3.58).

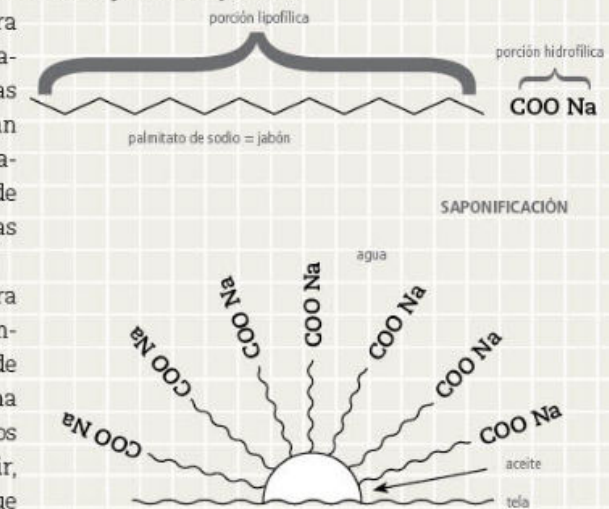


Figura 3.57 Esquema de una molécula de jabón y la interacción de la molécula de jabón con el agua y con la grasa.

### Salud ¿De dónde obtiene la energía el cuerpo humano?

En tu curso de *Ciencias 1*, viste que una de las características que define a los seres vivos es la nutrición. A través de este proceso, todos los seres vivos obtenemos los nutrientes necesarios de los alimentos para obtener energía y realizar nuestras funciones vitales. Éstos se clasifican en cinco grupos o categorías: carbohidratos, lípidos, proteínas, vitaminas y minerales (figura 3.59). Aprendiste la importancia de los nutrientes dentro de una dieta equilibrada y sana, y cómo funcionan en el proceso de la nutrición. Por ejemplo, viste que los carbohidratos son la principal fuente de energía, que los lípidos o grasas aportan y funcionan como reservas de energía, que las vitaminas, al igual que los minerales (que nuestro cuerpo no produce), se requieren en pequeñas cantidades para los procesos metabólicos y que las proteínas también aportan energía, además de que funcionan como hormonas o enzimas en los procesos digestivos.

Ahora ya tienes conocimiento de cuántas kilocalorías requieres consumir diariamente de acuerdo a tu edad, género y actividad física. ¿Pero, te has preguntado cuántas kilocalorías consumes realmente al día? Puedes hacer un análisis, evaluando la cantidad que comes de cada grupo de alimentos y cuánta energía te aporta cada porción que consumes.

Quizás te interese, además, indagar cuál es el gasto energético por realizar diferentes actividades de tu vida cotidiana o al realizar algún deporte. Explorando la red, puedes encontrar datos muy útiles para resolver estas incógnitas.

#### TE RECOMENDAMOS...

leer de tu biblioteca de Aula el libro de Tudgo, Colín, *Alimentos para el futuro*. México, SEP-planea, 2003.

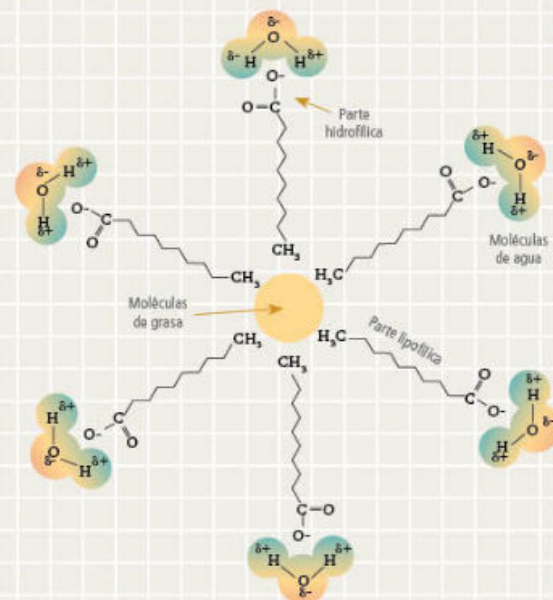


Figura 3.58 Moléculas de agua rodeando moléculas de jabón, que rodean moléculas de grasa.



Figura 3.59 Todos los nutrientes necesarios están contemplados en el Plato del Bien Comer.

## Mi proyecto

Como te comentamos, en este bloque, te daremos más herramientas para mejorar tus preguntas iniciales. Para ello, distinguirás entre las preguntas abiertas y las cerradas. Una **pregunta cerrada** es aquella que puede ser respondida con una palabra, como un "sí" o un "no". Un par de ejemplos de preguntas cerradas sería: *¿Es relevante la química en la industria de los jabones?* o *¿La energía que usa el cuerpo humano proviene de los alimentos?*

Una **pregunta abierta** es aquella que requiere más de una palabra para ser respondida, por ejemplo: *¿cómo puede usarse el conocimiento de la química en la elaboración de jabones?* Cada tipo de pregunta tiene sus ventajas y sus desventajas (figura 3.60).

Discutan con su maestro, cuáles son las ventajas y las desventajas de cada tipo de pregunta y escribanlas en una tabla.

Ahora trabajarán como en el proyecto anterior, pero agregarán un punto más (revisa el proyecto del Bloque 2). Después de tener la lista de preguntas, clasifiquenlas en abiertas y cerradas. Luego usen lo que discutieron de las ventajas y desventajas de hacer preguntas abiertas y cerradas para elegir las tres preguntas que consideren más importantes. Comiencen a hacer las preguntas a partir de alguna de las siguientes frases u otra que les pueda dar su maestro.

1. La industria usa el conocimiento generado por la química.
2. La tercera revolución de la química produjo cambios en la sociedad.
3. La química está presente en el funcionamiento del cuerpo humano.

### ► Planeación

#### Elección de tema o pregunta

Escriban la pregunta que represente el tema que desarrollarán. Traten de que sea una pregunta abierta para que tengan mayores posibilidades de investigación. Eso les permitirá explorar diferentes caminos a lo largo de su proyecto.

#### Organización de actividades

1. *¿Qué tipo de proyecto es?* Les sugiero que hagan experimentos que les permitan conocer más sobre química, acerca de lo estudiado en este bloque.
2. *¿Qué necesitas saber para responder la pregunta?* Escriban la información, dispositivos, experimentos o pruebas necesarias para lograr el objetivo de responder la pregunta.
3. Si van a realizar experimentos, planifiquen el material que necesitarán y si se requiere preparen el laboratorio. Para ello, coordinen su trabajo con la supervisión de su maestro.
4. *¿Cuál es la fuente de información?* Para la información que necesiten (además de preparar sus experimentos) piensen cuál es la fuente adecuada. Escriban el tipo de información que usarán y la fuente adecuada.



Figura 3.60 Es importante reunirse para plantear las preguntas adecuadas del proyecto.

5. ¿Qué y cuándo lo harán? Al igual que en el proyecto anterior, les sugerimos el uso de una tabla para organizarse (tabla 3.10):

Actividad	Responsable	Fecha de entrega

**Desarrollo**

**Desarrollar las actividades según el cronograma**

Con la supervisión de su profesor, realicen cada una de las actividades planteadas en el cronograma (figura 3.61). Es posible que se den cuenta que faltaban o sobraban actividades, así que, si está justificado, hagan los ajustes necesarios. Si decidieron hacer experimentos, organicen las sesiones para llevarlos a cabo, en las que pueden seguir estas recomendaciones:

1. Diseño del experimento:
  - a) Escriban qué quieren averiguar.
  - b) Cómo usarán sus resultados.
  - c) Qué esperan observar.

Diseñen el experimento con la ayuda de su maestro y preparen el material.

2. Lista de material y reparto de responsabilidades para conseguirlo.
3. Todo el equipo debe participar en la elaboración del experimento, de tal forma que registren en una bitácora lo siguiente: esquema del dispositivo experimental con lista de material, descripción del experimento, hipótesis y resultados del experimento.

Si lo consideran necesario, pueden tomar fotografías o video.

4. Realicen el resto de las actividades según el cronograma.

**Análisis de información**

Usen los resultados de su experimento para contestar la pregunta inicial; aseórense con su maestro, si lo consideran necesario.

Una vez terminadas las actividades, háganse la pregunta: *¿se puede responder la pregunta inicial con lo obtenido en las actividades?* Están a tiempo para corregir, así que si consideran que les hace falta más información, nuevos experimentos u otra cosa, tal vez puedan hacerlo todavía. Si consideran que no hay tiempo o que las actividades necesarias escapan de sus posibilidades, deberán reportarlo como parte de los resultados con la justificación correspondiente.

	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	...	Último día
Actividad 1	■	■	■	■	■	■	■
Actividad 2	■	■	■	■	■	■	■
Actividad 3	■	■	■	■	■	■	■
Actividad 4	■	■	■	■	■	■	■
...	■	■	■	■	■	■	■

Figura 3.61 Es muy útil preparar y usar cronogramas en el que puedan organizar sus actividades, el momento en que se deben iniciar y planear su duración. De esta manera se pueden organizar mejor para concluir a tiempo su proyecto.

**Resultados**

Organicen los resultados de las actividades de modo que den respuesta a la pregunta inicial en forma congruente y constructiva (figura 3.62). Si encontraron más de lo que buscaban, piensen a qué pregunta están respondiendo y organicen sus resultados según su nueva pregunta.

Hagan una síntesis, presentando un resumen de todo lo que hicieron y con los resultados más importantes, luego escriban un relato del desarrollo completo.

**Comunicación**

**Elección de método de comunicación:**

Para este proyecto les sugerimos que organicen una "feria de ciencias" en donde puedan mostrar y explicar los experimentos que realizaron y lo que encontraron. Además de mostrar sus proyectos, pueden aprender de los proyectos de sus compañeros.

**Evaluación**

Te sugerimos que en tu cuaderno respondas el siguiente cuestionario y llenes la tabla 3.11.

1. En el desarrollo del proyecto, ¿qué conceptos del bloque aplicaste?
2. Si diseñaste experimentos, ¿lograste las metas esperadas?
3. ¿Cómo podrías mejorar tus experimentos?
4. ¿Estás satisfecho con el desarrollo del proyecto? ¿Por qué?
5. ¿Respondiste la pregunta inicial?
6. ¿Qué crees que podrías mejorar?

Etapa	¿Cómo evalúas tu participación?	¿Cómo puedes mejorar?
Elección del tema		
Planeación		
Desarrollo		
Comunicación		

**Conclusión**

Después de una sesión grupal, en la que hayan compartido sus experiencias de este proyecto, escriban dos conclusiones: una grupal y otra individual, para las que pueden usar como guía estas preguntas:

1. ¿Qué impacto tiene la construcción de experimentos en la ciencia?
2. ¿Cómo lo observé en este proyecto?
3. ¿Nos es posible entender mejor el vínculo entre la sociedad y la ciencia?
4. ¿Es buena la relación entre la tecnología y la ciencia? ¿Cómo lo sé?

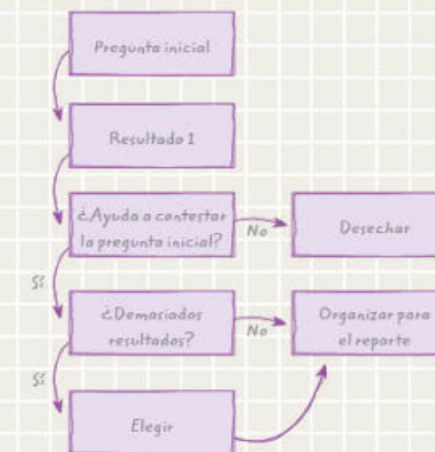


Figura 3.62 Pueden apoyarse de diagramas de decisión para ver si sus resultados contestan a la pregunta inicial.

## Autoevaluación

Marca con una  la opción que demuestre tus alcances correspondientes a los aprendizajes esperados, y responde la pregunta.

Aprendizaje esperado	¿Logré el aprendizaje?		¿Cómo puedo mejorar?
	Sí	No	
Identifico, describo, represento reacciones químicas en las que se absorbe o se desprende calor, y verifico su correcta expresión con base en la Ley de conservación de la masa.			
Identifico que la energía que aportan los alimentos se mide en calorías y relaciono las características personales y ambientales para llevar una dieta correcta.			
Explico la importancia de los trabajos de Lewis y Pauling, e identifico el tipo de enlace a partir de electronegatividades y estructuras de Lewis.			
Comparo la escala astronómica y microscópica con la escala humana, y determino la masa de las sustancias usando el mol como unidad de medida.			

Responde en tu cuaderno la siguiente pregunta: ¿Cómo puedo mejorar mi desempeño?

## Coevaluación

La siguiente tabla es para evaluar a tus compañeros de equipo. Para cada uno, usa una hoja en la que escribas su nombre y respondas sí o no a los indicadores propuestos. Anota qué le sugieres para mejorar. Es muy importante que seas objetivo, pues tus comentarios deben servir para que tus compañeros mejoren su desempeño.

Nombre de mi compañero \_\_\_\_\_

Indicador	Sí	No	Tú le recomiendas...
Escuchó con respeto y tolerancia las opiniones y sugerencias de los demás.			
Participó en la construcción de soluciones para organizar el trabajo de equipo.			
Cumplió oportunamente con las tareas y responsabilidades que le correspondieron.			
Participó en la solución no violenta de conflictos.			
Reconoció a la ciencia y la tecnología como una construcción colectiva.			
Participó en un consumo responsable.			
Consideró en las actividades experimentales el manejo adecuado de residuos para el cuidado del ambiente.			

## Evaluación TIPO PISA

Lee y responde.

Las naves espaciales no tripuladas han aumentado en gran medida nuestro conocimiento de Marte (figura 3.63). Las misiones más famosas (en los últimos años) son las de los exploradores *Spirit* y *Opportunity*. Estos dos robots llegaron en 2004 a caras opuestas del planeta rojo, llevando a cabo exploraciones mucho más completas que las misiones anteriores. Las unidades de exploración han recorrido varios kilómetros y enviado más de 100 000 imágenes de alta resolución. Estas sondas han investigado el suelo y las rocas del planeta y han llevado a cabo pruebas geológicas automatizadas sobre el terreno. Si tuvieras acceso a los resultados del análisis de las rocas encontradas en Marte, ¿qué podrías concluir con lo que has aprendido hasta ahora?

**Pregunta 1.** ¿Qué tipo de información puede obtenerse a partir de las pruebas físicas y químicas que se realicen a las rocas?

- Se puede saber si la muestra es originaria de Marte o si llegó allí por medio de un asteroide.
- Se puede saber si es de origen natural o artificial.
- Se puede saber si se trata de mezclas o de sustancias puras.
- Se puede saber si la muestra ha sido alterada por extraterrestres.

**Pregunta 2.** Si el análisis de una roca indica que no puede ser separada en materiales más sencillos por métodos físicos ni químicos, ¿qué propiedades se deben determinar para identificar de qué sustancia se trata? Explica.

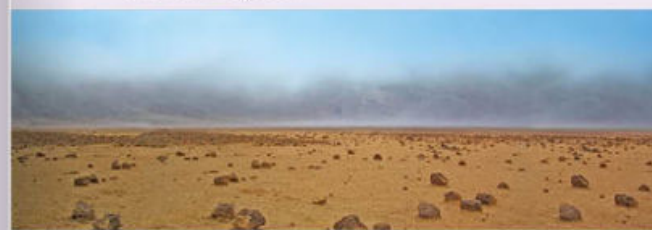


Figura 3.63 Las naves no tripuladas han realizado exploraciones en la superficie marciana.

- La solubilidad.
- La masa molar.
- La capacidad de combinación.
- La electronegatividad.

**Pregunta 3.** Si el elemento de la pregunta anterior tiene cuatro electrones de valencia y cuando se le hace reaccionar con oxígeno el producto es un gas, ¿qué ecuación representa a esta reacción? Explica.

- $\text{Ti} + \text{O}_2 \longrightarrow \text{TiO}_2$
- $\text{C} + \text{O}_2 \longrightarrow \text{CO}_2$
- $\text{N}_2 + 2\text{O}_2 \longrightarrow \text{N}_2\text{O}_4$
- $\text{Si} + \text{O}_2 \longrightarrow \text{SiO}_2$

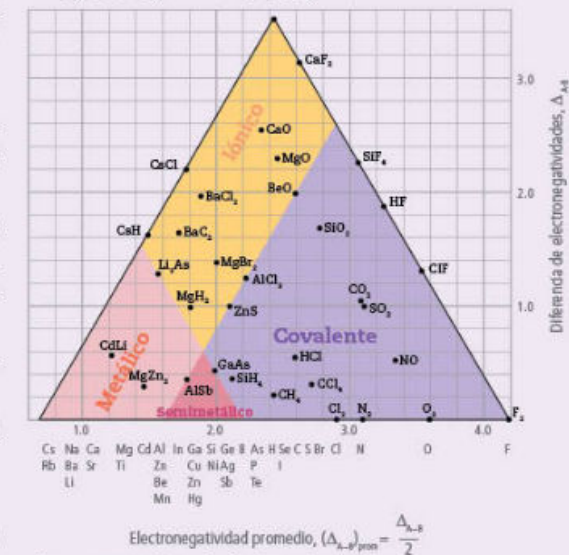
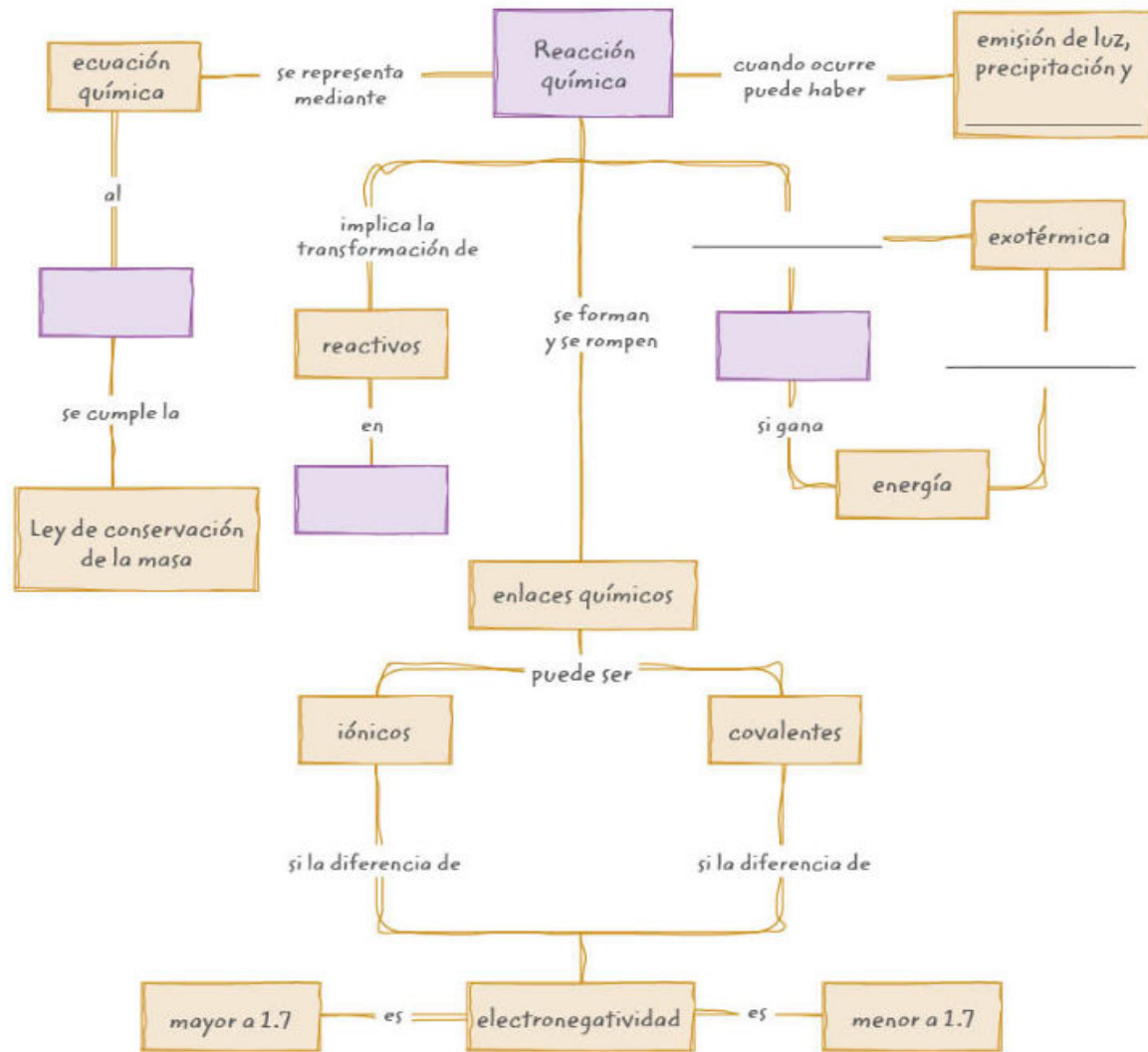


Figura 3.64 Triángulo de tipos de enlace.

**Pregunta 4.** Si el análisis elemental de una muestra recolectada por una sonda indica que se trata de  $\text{AlCl}_3$ , ¿qué tipo de enlace forman el aluminio y el cloro en este compuesto, según el criterio mencionado en la secuencia 15? ¿Coincide con el criterio del triángulo de enlaces (figura 3.64)? El cloruro de aluminio tiene un punto de fusión de  $192.4^\circ\text{C}$ , es soluble en agua y su disolución conduce la corriente eléctrica. ¿Cuál de los dos criterios te parece más acertado para explicar las propiedades del cloruro de aluminio? Explica.



# La transformación de los materiales: la reacción química



1. Completa el mapa con las opciones: endotérmica, balancearse, productos y efervescencia.
2. Encierra en un círculo la palabra o palabras que se relacionen con la unidad que se indica: kilogramos y gramos con color rojo y calorías y joules con azul.
3. Incluye en el mapa los conceptos "mol" y "sustancia".
4. Sobre las líneas escribe: "puede ser" y "si pierde" para relacionar los conceptos que correspondan.

## LA DESCOMPOSICIÓN VERDE DEL CO<sub>2</sub>

Si no tuvieras qué comer durante varios días, posiblemente sobrevivirías hasta un mes; sin agua para beber, sólo unos cuantos días. Pero no sobrevivirías sin aire más que unos cuantos minutos. El aire es de máxima importancia para la vida en la Tierra. Vivimos sobre la superficie, pero en su atmósfera el aire es nuestro medio, porque representa la fuente de elementos necesarios para vivir. Sin embargo, lo hemos convertido en el vertedero de muchos desechos. Durante cientos de años, la humanidad se ha desarrollado mediante acciones extremas sobre nuestro planeta y ha afectado la atmósfera al llenarla de gran cantidad de sustancias tóxicas y contaminantes, como consecuencia de tan intensa actividad. Al consumir combustibles fósiles como gas, carbón o petróleo, se producen desproporcionadas cantidades de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), que se mezcla con el aire que respiramos. Sus moléculas absorben demasiada radiación infrarroja y, cuando está presente en grandes concentraciones, provoca el sobrecalentamiento de la atmósfera. Este fenómeno se conoce como "efecto invernadero" y, en gran medida, es el responsable del calentamiento global que sufre nuestro planeta.

Otra razón del aumento de CO<sub>2</sub> es la deforestación (figura 3.65). Las plantas obtienen su alimento por medio de la fotosíntesis (figura 3.66), proceso para el cual utilizan la radiación del Sol a fin de sintetizar glucosa (C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>) y producir oxígeno molecular

(O<sub>2</sub>). Pero, además, una parte fundamental de tal proceso está relacionada con la captación del CO<sub>2</sub> disuelto en la atmósfera y su descomposición con el objetivo de obtener el carbono que las plantas requieren para formar la molécula de glucosa. De este modo, las plantas contribuyen a la disminución de ese gas en la atmósfera.

El hidrógeno y el oxígeno, elementos que también componen a la glucosa, se adquieren del agua. La reacción global de la fotosíntesis es:



Es imperativo dejar de talar los bosques y selvas de manera indiscriminada. Debemos reforestar para revertir el daño en la medida de lo posible y disminuir las emisiones de CO<sub>2</sub>. Reflexiona, ¿cómo puedes ayudar a disminuir los efectos del calentamiento global?, ¿qué reacciones químicas deberían de evitarse?



Figura 3.65 México perdió 155 020 hectáreas de bosques y selvas, de 2005 a 2010.

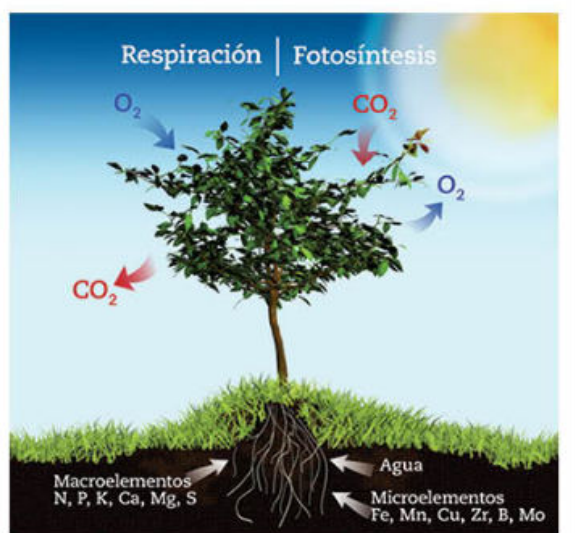


Figura 3.66 Comparación entre fotosíntesis y respiración.

# B4 La formación de nuevos materiales

Estamos en las postrimerías de tu tercer curso de Ciencias y esperamos que este camino te haya resultado divertido y agradable. Hoy tienes más elementos para hablar de la necesidad de fomentar un consumo responsable, no sólo de lo que compras, sino también de lo que comes. En el presente bloque conocerás las repercusiones que tiene para tu salud el consumir alimentos muy ácidos y las alternativas que te ofrece la química para mejorar tu calidad de vida, al hacer un mejor uso de los materiales o aumentar su duración, y al emplear a tu favor reacciones como las de ácidos y bases y de óxido-reducción.

## Competencias que se favorecen

- 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.

## Temas transversales

- Educación ambiental para la sustentabilidad
- Educación para la salud
- Educación del consumidor

## 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.
- 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.
- 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.
- 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.

## Contenido

### Tema 1. Importancia de los ácidos y las bases en la vida cotidiana y en la industria

- Propiedades y representación de ácidos y bases.

### Tema 2. ¿Por qué evitar el consumo frecuente de los "alimentos ácidos"?

- Toma de decisiones relacionadas con:
  - Importancia de una dieta correcta.

### Tema 3. Importancia de las reacciones de óxido y de reducción

- Características y representaciones de las reacciones redox.
- Número de oxidación.

### Proyecto: Ahora tú explora, experimenta y actúa. Integración y aplicación

- ¿Cómo evitar la corrosión?
- ¿Cuál es el impacto de los combustibles y posibles alternativas de solución?



## Importancia de los ácidos y las bases en la vida cotidiana y en la industria

A lo largo de este curso, has identificado muchos cambios en diferentes sustancias que te rodean. Además, reconociste que algunos de ellos son cambios químicos. En el bloque anterior viste que una reacción química entre dos o más sustancias, da como resultado un **producto**, el cual es un material diferente a las sustancias anteriores (los reactivos). En este bloque, estudiarás dos de los tipos de reacciones químicas más importantes, uno de ellos son las reacciones ácido-base. A continuación, te presentamos un ejemplo.

Si a media taza de vinagre le agregamos una cucharada de bicarbonato de sodio, veremos la manifestación de una reacción química a partir de un fuerte burbujeo (efervescencia) y notaremos un leve aumento de temperatura. ¿Qué queda en la taza? Como hemos agregado el bicarbonato de sodio y, después de mezclar, éste no se distingue a simple vista, podemos suponer que contamos con una mezcla homogénea. Para averiguar qué hay, además del líquido, podemos separar por evaporación. Al hacerlo podremos observar que queda algo parecido a la sal. ¿Qué es?

Una hipótesis podría ser que se trata del bicarbonato de sodio y para verificarlo podemos repetir el experimento, pero disolviendo bicarbonato de sodio en agua y evaporando posteriormente. Si comparamos ambos materiales, después de separarlos, podremos reconocer que no son iguales (figura 4.1).

Al observar algunas de las propiedades de los residuos, encontramos que la sal que resulta de evaporar el vinagre es diferente a las sales que resultan de separar agua con sal y agua con bicarbonato de sodio. En síntesis, se trata de un compuesto diferente (figura 4.2).

¿Qué podemos decir de esta reacción? ¿Qué compuesto resulta de la reacción entre el vinagre y el bicarbonato de sodio? ¿Existen más reacciones químicas como ésta? ¿Tienen alguna propiedad particular el vinagre y el bicarbonato para que reaccionen? Al finalizar esta secuencia, podrás dar respuesta a estas preguntas.



Figura 4.1 Después de separar tres diferentes disoluciones, encontramos tres diferentes sales: (arriba) sal (NaCl), separada de una disolución de agua con sal; (derecha) bicarbonato, separado de una disolución de agua con bicarbonato; (abajo) el residuo de una disolución de vinagre con bicarbonato. A simple vista, los tres residuos son diferentes en textura y color. Además, tienen sabores diferentes.



Figura 4.2. De izquierda a derecha: sal (NaCl), bicarbonato de sodio y el producto de la reacción entre el vinagre y el bicarbonato de sodio. Las tres sales tienen diferentes propiedades.

### Propiedades de ácidos y bases

Como viste, la reacción química entre el bicarbonato de sodio y el vinagre da como resultado una sal diferente a la sal de mesa. Con el fin de entender la reacción química, así como de conocer el compuesto químico que resulta de la reacción, es necesario hacer un análisis de la situación. Uno de los puntos de partida en el estudio de una reacción, es la descripción de las propiedades de los reactivos; en este caso, el vinagre y el bicarbonato de sodio.

El vinagre se usa en la cocina para aderezar ensaladas u otros alimentos (figura 4.3). Tiene un sabor ácido y se obtiene de la fermentación del vino, del jugo de manzana, malta u otros productos naturales y al tacto es mal lubricante, pues al frotar los dedos humedecidos con vinagre se siente que no resbalan.

Por otro lado, el bicarbonato de sodio es una sustancia que al disolverse en agua adquiere un sabor amargo y al tacto es resbaloso, como si tuviera jabón (figura 4.4). El bicarbonato de sodio se usa en la repostería debido a que **reacciona** con otros componentes para liberar CO<sub>2</sub> y esto ayuda a que la masa adquiera mayor volumen. El dióxido de carbono, además, está presente en algunos refrescos, siendo éste el gas tan característico de dichas bebidas. El bicarbonato de sodio puede utilizarse también como remedio de algunos malestares estomacales, como las agruras; igualmente se usa como limpiador en baños, cocinas y hasta como blanqueador dental.

Basándonos en la información anterior, podemos considerar que existen dos características que podemos investigar en otros materiales con el fin de clasificarlos: la textura y el sabor. El sabor del vinagre es ácido, mientras que, el del bicarbonato es amargo. La percepción al tacto de las disoluciones de bicarbonato es "jabonosa", mientras que sucede lo contrario con el vinagre.

A las sustancias como el vinagre se les llama **ácidos** y a las sustancias como el bicarbonato se les llama **bases**.

Veamos qué tanto has aprendido de la clasificación de materiales.



#### Ácidos y bases de todos los días

Identificarán ácidos y bases de uso cotidiano.

##### Material

Para el procedimiento 1:

Licuada	Azúcar	Toronja
Jeringa sin aguja	Vinagre	Pepino
12 vasos	Agua mineral	Café
Agua	Jugo de limón	Bicarbonato de sodio
Sal	Ajo	

Para el procedimiento 2:

Col morada	Limpiador con amoníaco (como el que se usa para limpiar vidrios).
Jabón	



Figura 4.3 El vinagre proviene de un proceso de fermentación.



Figura 4.4 El bicarbonato de sodio es una sustancia básica muy utilizada en la vida cotidiana.

##### TE RECOMENDAMOS...

revisar el texto: Ácidos y bases en la vida cotidiana, publicado por la junta de Andalucía, en: <http://edutics.com.mx/4Fw> (consulta: 01 de junio de 2016).

**Procedimiento 1**

- Usen la licuadora y un poco de agua para hacer las mezclas que se piden. Etiqueten los vasos y coloquen 50 ml de:
  - Agua
  - Agua con sal
  - Agua con azúcar
  - Vinagre
  - Jugo de limón
  - Café en un poco de agua
  - Toronja
  - Agua mineral
  - Bicarbonato de sodio (disuelto en agua)
  - Ajo (molido en agua)
  - Pepino (molido en agua)
- Prueben un poco de cada uno de ellos y siéntanlos al tacto. Clasifíquenlos en dos tablas como las que se muestran a continuación (tabla 4.1 y tabla 4.2):

Tabla 4.1 Sabor		
Ácido	Amargo	Ni ácido ni amargo

Tabla 4.2 Textura		
Rasposo	Jabonoso	Ni rasposo ni jabonoso

- Ubica el vinagre y el bicarbonato de sodio e identifica los productos que se asemejan a cada uno de ellos en estas propiedades.

**Procedimiento 2**

- Licuen durante un minuto una cuarta parte de una col morada con el agua necesaria para cubrirla. Cuelen el líquido, filtrenlo y viértanlo en un frasco de boca ancha.
- Con la jeringa agreguen 3 ml del extracto de col morada a cada uno de los vasos del Procedimiento 1 (figura 4.5). Además, agreguen otros vasos con jabonadura y limpiador de amoníaco (40 ml de agua y 10 ml del limpiador). ¿Qué sucede?
- Clasifiquen las sustancias, en función del color final de la mezcla, en la siguiente tabla de colores:



Figura 4.5 Coloquen la misma cantidad de indicador en cada vaso.

**Resultados y conclusiones**

- ¿Qué sustancias dirían que son ácidas y cuáles básicas? Expliquen qué criterio usaron.
- Comparen las tres tablas y escriban qué información les puede dar el color de la mezcla de una sustancia con el extracto de col morada.
- Algunos materiales son corrosivos y otros son tóxicos. ¿De qué manera podrían saber si se trata de ácidos o de bases?
- En algunos casos encontraron colores diferentes. ¿Cómo se relacionan sus resultados con el color original del material que probaron?
- Compartan sus experiencias en grupo. ◀

La col morada, al igual que otros vegetales, como la jamaica o el betabel, tiene pigmentos que cambian de color al agregarlos a ciertas sustancias porque reaccionan con ellas. Dependiendo del tipo de sustancia es el color que se obtiene, por ello a estos pigmentos se les llama **indicadores**. Las sustancias que cambian el color hacia el rojo de los indicadores, como la col morada, son llamadas ácidos, mientras que los que lo cambian hacia el verde son bases o álcalis. Además de producir estos cambios en el color de los indicadores, los ácidos y las bases tienen otras características específicas.

**Identificación de ácidos**

Los ácidos tienen un sabor agrio (o ácido), reaccionan con metales como el zinc, el hierro y el magnesio, y con las sales, como el carbonato de calcio; producen efervescencia, ya que al reaccionar desprenden un gas ( $H_2$  en el caso de los metales o  $CO_2$  en el caso del carbonato) y son corrosivos. Algunos ejemplos de ácidos son: el vinagre (que contiene ácido acético) y el jugo de limón (figura 4.5), aunque existen muchos otros que no son ingeribles, como el ácido sulfúrico (líquido de batería) o el ácido clorhídrico (también llamado muriático), que se usa como limpiador de metales.

Tanto el ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ) como el ácido clorhídrico (HCl) son altamente corrosivos y tienen una gran cantidad de aplicaciones en la industria. El sulfúrico, por ejemplo, es usado en la fabricación de fertilizantes, en la industria petrolera y en la elaboración de muchos productos químicos.

Muchos de los medicamentos que más se usan son ácidos. Algunos muy utilizados en la vida cotidiana son el ácido acetilsalicílico (la aspirina) y el ácido ascórbico (vitamina C). Además de los alimentos y los productos usados en la industria, los organismos también pueden producir ácidos, como el que se encuentra en nuestro estómago llamado ácido clorhídrico y que ya hemos mencionado.

**TE RECOMENDAMOS...**

Leer de tu Biblioteca de Aula la obra de García Saiz, José María, *Química industrial*, México, 2002, SEP-Santillana, para que conozcas algunos usos de los ácidos.



Figura 4.6 Limones y naranjas son ejemplos de alimentos ácidos.

### Identificación de bases

Las bases tienen un sabor amargo, son resbaladizas y corrosivas. Por sus propiedades, son muy usadas en la elaboración de productos de limpieza, como el jabón de manos. Podemos encontrarlas en limpiadores con amonio y en la sosa cáustica que se usa para "arrancar" (en realidad, reaccionar con) la grasa o destapar cañerías. Ejemplos de estas sustancias son: el bicarbonato de sodio, el hidróxido de sodio (mejor conocido como sosa, NaOH), disolución de jabón, cal y amoníaco (NH<sub>3</sub>) (figura 4.7).

El sabor de los ácidos puede ser más o menos intenso, así como la coloración del indicador puede ser más o menos roja. Existen diferentes grados de "acidez", así como de "basicidad". Tanto las bases como los ácidos tienden a reaccionar con diferentes sustancias y la forma en que reaccionan no es la misma, ya que esto depende también de qué tan ácidas o básicas sean las sustancias. ¿Cómo podemos determinarlo? Exploreemos.



### Diferencias en el grado de acidez o basicidad

Observarán el efecto de ácidos y bases en la reacción con metales y grasas, así como su relación con el grado de acidez o basicidad.

#### Material

Guantes y lentes de seguridad	Mantequilla
Vaso medidor de cocina (puedes usar una jeringa)	Líquido destapacaños (o quitacoambre, prepara una disolución de 1 cucharada de quitacoambre en 100 ml de agua)
Un vidrio de reloj	Indicador ácido-base
Una palita de madera	
Vinagre blanco	
Magnesio	

**PRECAUCIÓN:** Siempre que exista la posibilidad de que los ojos o la piel entren en contacto con materiales reactivos (como ácidos o bases), es conveniente usar equipo de seguridad. No importa que los materiales considerados se usen en casa, pues eso no limita los riesgos. Trabajen con precaución y eviten distracciones o juegos.

#### Procedimiento 1

1. Lean toda la actividad y realicen lo que se pide.
  - a) En un tubo de ensayo, viertan un poco de vinagre y agreguen una pequeña cantidad de magnesio.
  - b) En un vidrio de reloj pongan una cucharada de mantequilla y viertan un poco de líquido destapacaños o de disolución de quitacoambre (figura 4.8). Mezclen con una pala de madera.



Figura 4.7 Algunas de las sustancias usadas para limpieza son básicas.

#### TE RECOMENDAMOS...

Leer el artículo de: Heredia Ávalos, S., "Experiencias sorprendentes de química con indicadores de pH caseros", en Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias. 3(1), México, 2006. Disponible en <http://edutics.mx/jhv> (consulta: 01 de junio de 2016).



Figura 4.8 Tengan cuidado de no tocar directamente el líquido destapacaños. Utilicen guantes.

- c) Considerando lo que han visto anteriormente, ¿qué esperan que suceda en cada caso?
  - d) Registren lo que sucede en cada caso. ¿Las observaciones que hicieron coincidieron con lo que sucedió? En caso contrario, ¿a qué pudo deberse el resultado?
2. Tomen una muestra de vinagre y de limpiador y agreguen el indicador:
    - a) ¿Qué resultados esperan en cada caso?
    - b) ¿Cómo explican los resultados que obtuvieron?
  3. Diluyan una parte de vinagre en dos partes de agua y una parte de limpiador en dos de agua (figura 4.9). Revisen sus registros de los puntos 1 y 2 y respondan:
    - a) ¿Cómo esperan que actúe la disolución que prepararon con el magnesio?
    - b) ¿Qué esperan que suceda en el caso de la mantequilla y el limpiador?
  4. Agreguen un poco de magnesio a la disolución de vinagre. De la misma forma, pongan una cucharada de mantequilla y agreguen ahora la disolución de limpiador.
    - a) Registren lo que sucede en cada caso.
  5. ¿En qué medida se cumplieron sus predicciones? ¿En alguno de los casos los cambios fueron más rápidos o más notables?

#### Procedimiento 2

1. Ahora mezclen en partes iguales vinagre y limpiador. Tomando en cuenta lo que ha sucedido en las experiencias anteriores, respondan lo siguiente:
  - a) ¿Qué esperan que suceda si de esta mezcla toman muestras y las agregan al magnesio, la mantequilla y el indicador? Consideren la rapidez de los cambios, la intensidad del color, etcétera.
  - b) Dividan la mezcla en tres vasos. En uno de ellos añadan una pequeña cantidad de magnesio, en otro, mantequilla. En el tercero, agreguen un poco de indicador para determinar su acidez o basicidad. Registren lo que sucede.
2. Con base en sus respuestas anteriores y sus registros, ¿en qué medida se cumplió lo que esperaban? Si ocurrió algo diferente, ¿cómo pueden explicarlo?

#### Resultados y conclusiones

1. ¿Cómo actúan los ácidos con el magnesio?, y ¿las bases con las grasas?
2. ¿De qué manera actúan los ácidos y las bases al disminuir su concentración?
3. ¿Qué sucede al mezclar el vinagre con el limpiador? ¿Actúa mejor la mezcla con el magnesio o con la mantequilla? (Comparen con la actividad 1.)
4. Al revisar la acción de la mezcla con el indicador, ¿la mezcla es ácida, básica o ninguna de las dos?
5. Discutan en grupo de qué manera pueden cambiar la acidez o basicidad de las sustancias. ◀

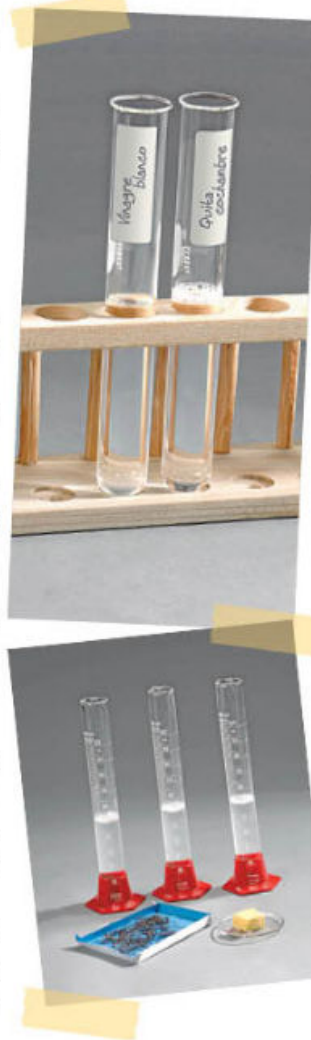


Figura 4.9 Procuren etiquetar correctamente los materiales y sustancias que utilicen.

### Interacción entre ácidos y bases: la neutralización

El vinagre es muy ácido comparado con un plátano. Esta diferencia se manifiesta en su sabor, en la coloración de un indicador y en su capacidad de corroer un metal. Teniendo en cuenta estos factores, cabe preguntarse sobre qué tan recomendable es desechar algunas sustancias ácidas o básicas por el desagüe o en la basura.

Si desecharáramos un ácido por una tubería metálica sería muy probable que la perforara. Pero el daño podría ser todavía más severo, pues el agua del desagüe podría contaminar ríos, lagos, mares y tierras de cultivo.

Imagina que desechas sustancias muy básicas y éstas dañan a diversos organismos, así como viste que el limpiador afecta la mantequilla. No cabe duda de que esto no se puede tomar a la ligera.

Con la actividad anterior, pudiste ver que es posible encontrar diferentes grados de acidez o basicidad de las sustancias y que ello depende de la concentración.

Además, viste que al mezclar una base y un ácido, los efectos de éstos se cancelan. Esto nos da una pista de lo que podemos hacer para desechar sustancias muy ácidas o muy básicas.

Para desechar las sustancias de las actividades de esta secuencia, viertan todas en un recipiente grande y agreguen algún indicador para ver el grado de acidez o basicidad. Si la mezcla se encuentra muy ácida pueden agregar alguna base como las que usaron, hasta que no esté ni ácida ni básica. Hagan lo contrario si la mezcla es básica. De esa forma, al desecharla no se tendrán las consecuencias de ninguno de los efectos que producen los ácidos o las bases.

Cuando mezclamos una base y un ácido se produce un fenómeno que llamamos **neutralización** o **reacción ácido-base**. La neutralización es una reacción química muy importante que tiene características muy particulares. Dado que se trata de una reacción química, se generan nuevos productos químicos diferentes a los reactivos (figuras 4.10 y 4.11). En general, las reacciones de neutralización (o ácido-base) cumplen con el siguiente esquema general:



Por ejemplo, si hacemos reaccionar ácido clorhídrico (HCl) con hidróxido de sodio (NaOH) la reacción sería:



En este caso, los productos serían sal común (cloruro de sodio) y agua.

Las sales son compuestos iónicos. Este tipo de compuestos tienen muchas aplicaciones en la industria, como materias primas de medicamentos y resinas, en la exploración de yacimientos de petróleo y gas; en fundición, refineries y fábricas de metales; en el blanqueo de celulosa, para inhibir la acción microbiana en las pieles, en la elaboración de hules; en la preparación de carnes, lácteos, pan y harinas, etcétera.



Figura 4.10 Algunas de las sales que se producen en las reacciones de neutralización entre ácidos y bases se usan en la fabricación de alimentos, medicamentos y cosméticos.

#### TE RECOMENDAMOS...

Leer el texto de Atkins, Peter William y Loretta Jones, *Principios de Química: Los caminos del descubrimiento*. (3ª ed.), Argentina, Editorial Médica Panamericana, 2006, para que reflexiones sobre las implicaciones del desecho de ácidos y bases.



Figura 4.11 En varios procesos de la fabricación del papel se utilizan ácidos y bases.

En la industria química, como hemos visto anteriormente, los ácidos se encuentran en baterías de automóviles y en limpiadores para baños, bebidas refrescantes, salsas procesadas, vinagre, productos lácteos fermentados y muchos más.

Las bases se utilizan como *destapacaños* y *quitacoambre*, antiácidos, polvos para hornear, pastillas efervescentes, cal, limpiadores y pilas alcalinas, entre otras cosas.



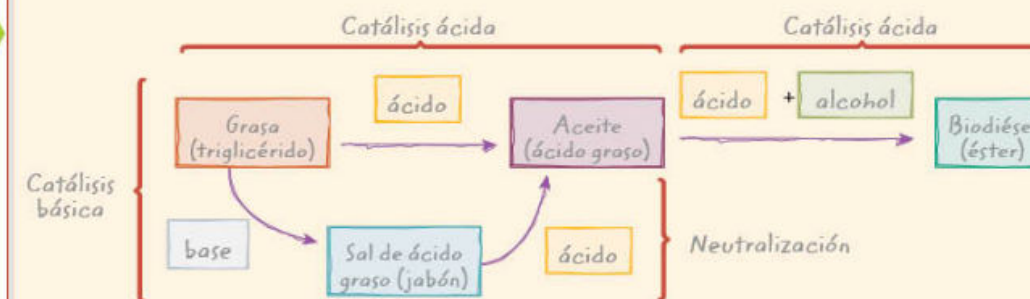
### Nuevas sustancias

Identificarás la formación de nuevas sustancias en reacciones ácido-base.

1. Lee con cuidado el siguiente texto:

El biodiésel es un combustible que se obtiene por la reacción de un aceite o grasa con un alcohol (generalmente metanol o etanol) utilizando una base (hidróxido de sodio, NaOH) y un ácido (ácido sulfúrico, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>). La producción del biodiésel implica varias etapas.

El siguiente es un esquema del proceso de producción de biodiésel. Sobre cada flecha de reacción química, se indica si se requiere de un ácido o de una base como catalizador. Las llaves señalan los nombres de los procesos.



El biodiésel tiene varias ventajas respecto del diésel derivado de petróleo; la principal es que tiene un efecto en el ambiente mucho menor, además de que se produce a partir de aceites vegetales o grasas de cualquier origen, los cuales son recursos renovables.

En el biodiésel el contenido de azufre ronda las 11 ppm. En un diésel regular, está en 1600 ppm, mientras que un diésel de bajo azufre tiene 500 ppm, y el de ultrabajo azufre posee 50 ppm. Este último iba a comercializarse en el año 2005, pero los costos asociados a este nivel de purificación son elevados.

Para lograr niveles realmente bajos de contenido de azufre, la alternativa es mezclar el diésel con el biodiésel. Además, este último presenta un gran poder lubricante que extiende la vida útil del motor, no es tóxico y es fácilmente biodegradable. La acumulación de CO<sub>2</sub> y las emisiones de azufre pueden controlarse en forma notable con el uso de este combustible. En Europa su uso es

#### Recuerda que...

En la secuencia didáctica 12, viste que la sal es un compuesto químico formado por iones con carga positiva, enlazados a iones con carga negativa. Ahora sabes que esto es el producto de una reacción química entre una base y un ácido.



Sostenibilidad



Sostenibilidad

creciente; en Alemania y Francia se utiliza como aditivo en bajos porcentajes en todo el "gasoil" que se consume (figura 4.12).

La utilización de aceites usados de cocina, como materia prima, tiene la ventaja de aprovechar residuos de muy bajo costo. Así, la combinación de catálisis ácida y catálisis alcalina permite aprovechar materiales de bajo valor con un alto rendimiento.



Adaptado de: Bruno O. Dalla Costa, María L. Pisarello y Carlos A. Querini. *Procesos de producción de biodiésel: uso de materias primas alternativas y de alta acidez*. Instituto de Investigaciones en Catálisis y Petroquímica (Incape), Universidad Nacional del Litoral, Facultad de Ingeniería Química, Santa Fe, Argentina.

Figura 4.12 América Latina cuadruplicó su producción de biocombustibles (entre ellos, el diésel) de 2000 a 2013.

2. Responde las preguntas siguientes:

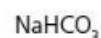
- ¿Qué tipo de reacción permite la elaboración del biodiésel?
- Menciona un material ácido y una base que se usen en la producción del biodiésel.
- ¿Cuál es la importancia de los ácidos y de las bases en la industria química?
- ¿Qué tan importante consideras la producción de combustibles que no dañen el ambiente? ¿Por qué? Considera en tu respuesta fenómenos como el efecto invernadero.
- ¿Crees que hubiera sido posible diseñar el proceso de síntesis del biodiésel sin el conocimiento químico?
- ¿En el diseño de qué otros procesos crees que se haya utilizado el conocimiento químico? ◀

Anteriormente, hemos trabajado con un material ácido y otro básico. Es el momento de verlos con más detalle:

El vinagre tiene aproximadamente 3% de ácido acético, sustancia que le da ese olor y sabor tan particulares. Su fórmula es:



Por otro lado, el bicarbonato de sodio, una sustancia básica, es el compuesto cuya fórmula química es:



Lo que observamos, al comenzar esta secuencia, fue que al mezclar el ácido acético y el bicarbonato de sodio reaccionaron químicamente (figura 4.13), dando como resultado una sal diferente y nos preguntamos, en ese momento, de qué sustancia se trataba. Con lo que hemos aprendido hasta ahora tal vez podamos responder.

Dado que el vinagre es ácido (tiene ácido acético) y el bicarbonato de sodio es una base, sabemos que al mezclarlos se produce una reacción de neutralización. Como producto de esta reacción suele generarse una sal y agua. En este caso, la sal que se separó por evaporación es claramente un producto diferente a los reactivos; incluso diferente a la sal común. Esta nueva sustancia es un ejemplo más de la generación de nuevos materiales a partir de las reacciones ácido-base. Pero ¿qué es?

Si la reacción forma una sal y agua, deberíamos obtener algo así:



¿Será que lo que hay que poner en el espacio es  $\text{NaC}_2\text{H}_3\text{O}_3$ ? En realidad no. En este caso particular, la reacción es efervescente, es decir, que libera un gas. El gas que se libera es dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) y es parte de los productos de la reacción (figura 4.13). Entonces, ¿cómo podemos determinar la sal que resulta de la reacción? La respuesta es que para ello necesitamos un modelo que nos permita entender, con más detalle, qué es un ácido y qué es una base. Podrás conocer y estudiar uno de estos modelos en la próxima secuencia.

### ¡Aplica!

- Contesta las siguientes preguntas:
  - A menudo se usa ácido como líquido quitasarro en los baños y en la cocina, es común el uso de productos *quitacochambre* a base de sosa cáustica. ¿De qué manera podrías evitar o disminuir el riesgo en el ambiente al tirarlos al drenaje?
- Investiga qué sustancias son más frecuentes en los líquidos *quitacochambre* y escribe sus fórmulas y nombres químicos.
- ¿Cómo usarías un indicador para evitar tirar una mezcla muy ácida o muy básica al drenaje? ◀

En esta secuencia didáctica, vimos las características de los ácidos y de las bases, cómo identificarlos mediante el uso de indicadores, qué ácidos y qué bases podemos encontrar cerca de nosotros y cuál es el resultado de la reacción entre ellos.

También revisamos las probables consecuencias de desechar sustancias ácidas o básicas directamente al desagüe de nuestras casas y escuelas, por lo que te invitamos a cuidar, en todo momento, la forma en que realizas los procesos para deshacerte de algunos líquidos.



Figura 4.13 La reacción entre el ácido acético y el bicarbonato de sodio produce dióxido de carbono en forma de gas. Por ello, se ve el burbujeo mientras la reacción se lleva a cabo. A esto se le llama efervescencia.

#### TE RECOMENDAMOS...

Leer el libro de Martínez Rodríguez, Roberto et al., *Química: Un proyecto de la American Chemical Society*, España, Reverté, 2005. Este texto te invita a que explores, de manera personal, el mundo de la química.

## Propiedades y representación de ácidos y bases

La química estudia la materia y sus cambios. Cuando decimos "cambios" nos referimos a las reacciones químicas entre diferentes compuestos o elementos para formar nuevas sustancias. Con el fin de estudiar las reacciones, hasta este momento hemos identificado un tipo de reacción que llamamos **ácido-base**.

Un ejemplo de estas reacciones es la del vinagre (ácido acético disuelto en agua) y el bicarbonato de sodio. Cuando agregamos una cucharada de bicarbonato a un vaso de vinagre, observamos un burbujeo que llamamos efervescencia (figura 4.14). Luego, queda disuelto en la mezcla (que es en su mayoría agua que proviene del vinagre, uno de los productos de la reacción). En la secuencia pasada, vimos que la reacción entre un ácido y una base produce una sal y agua. La sal queda disuelta en el agua, por lo que para asegurarnos de su existencia, podemos separarla del líquido a través de la evaporación. Para ver las sales resultantes de tres reacciones ácido base, puedes observar las imágenes del principio de la secuencia didáctica 17.

Aunque ahora podemos decir todo esto de la reacción, aún hay muchas preguntas, como: ¿a qué nos referimos con una sal? ¿Qué sales se pueden producir en las reacciones ácido-base? ¿Cómo podemos representar este proceso? ¿Qué sal es el producto de la reacción entre el vinagre y el bicarbonato de sodio? ¿Qué cosas se dan en la industria o en el medio ambiente que tengan que ver con la neutralización?

Los ácidos y las bases tienen distintas propiedades, las cuales han sido aprovechadas por el ser humano para producir sustancias que utiliza en su vida cotidiana. Sin embargo, si se manejan de forma inadecuada, algunos ácidos o bases pueden ser nocivos y causar desde quemaduras hasta la muerte por ingestión (figura 4.15).

Entre las características principales de los ácidos y las bases se halla su sabor: los primeros son agrios y las segundas son amargas. Debido a que muchas sustancias ácidas y básicas son peligrosas, no es recomendable que pruebes alguna para comprobar esta característica. Probar o tocar es útil para identificar materiales que consumimos de manera habitual, como cítricos y refrescos, entre otros, pero hay muchos riesgos al hacerlo con otros materiales. Otra propiedad característica de las bases es la sensación al tacto, que resulta jabonosa.

Lo anterior no es suficiente para explicar por qué o cómo es que se llevan a cabo las reacciones ácido-base. Para ello, es necesario observar otro comportamiento de dichas sustancias: la **conductividad**.

Como viste desde tu curso de *Ciencias 2*, la conductividad es la propiedad de los materiales de conducir la corriente eléctrica. Esta propiedad puede ser verificada usando un circuito de prueba (figura 4.16). Si al cerrar un circuito de una pila y un foco, a través de un material, el foco enciende, significa que dicho material es conductor; de lo contrario, es aislante.



Figura 4.14 La efervescencia es un fenómeno químico que se manifiesta cuando reacciona el bicarbonato con ácidos.



Figura 4.15 Varios productos de uso común son altamente peligrosos en su manejo, por lo que es importante extremar precauciones.

Con la invención de la primera pila eléctrica (pila voltaica), a principios del siglo XIX, surgió un inmenso número de investigaciones sobre el comportamiento de diferentes sistemas ante la corriente eléctrica. Entre los investigadores más destacados estuvo Michael Faraday (1791-1867). Una de sus aportaciones fue la descripción del comportamiento de algunas disoluciones al inducir corrientes eléctricas a través de ellas. En ese entonces, no se sabía mucho sobre la naturaleza de las disoluciones, al menos no lo suficiente para explicar por qué algunas conducían electricidad y otras no. Sin embargo, unos 80 años después, alguien aprovechó esta propiedad de las disoluciones para explicar la naturaleza de algunas de ellas; en particular de las disoluciones ácidas y básicas. Para entenderlo mejor, observemos un poco.



Figura 4.16 Con un multímetro puedes probar la conductividad eléctrica que tiene un material.

### ¿Ácidos y bases son buenos conductores? Identificarán las propiedades de conducción eléctrica de los ácidos y las bases.

**Material.** Pila (porta pila opcional), foco (con sóquet) o led, cables, vaso de precipitados, vinagre, agua destilada, bicarbonato de sodio, sal y azúcar.

#### Procedimiento 1

- Armen un circuito como el de la figura 4.17. Verifiquen que encienda el foco o led al cerrar el circuito juntando los cables directamente. Pueden volver a usar el circuito que utilizaron en la secuencia 12.
- Escriban el procedimiento y lo que tiene que suceder para que puedan afirmar si una sustancia líquida es conductora o no.

#### Procedimiento 2

- Lean completamente la actividad antes de llevarla a cabo, después contesten las preguntas.
- De la siguiente lista de materiales: agua, vinagre, sal, bicarbonato de sodio y azúcar, ¿cuáles esperan que sean buenos conductores? Considerando lo que han visto sobre el concepto de enlace, ¿cómo esperan que sea el brillo del led al sumergir los electrodos en ellos o en sus disoluciones?
- Verifiquen si el agua destilada (pueden usar agua para plancha o agua purificada muy baja en sodio), el vinagre y las disoluciones en agua de bicarbonato de sodio, de sal y de azúcar son conductoras. Si el brillo es muy bajo no hay conducción. Pueden empezar disolviendo media cucharadita de cada una de las sustancias anteriores e incrementar la cantidad en media cucharadita hasta alcanzar las dos cucharaditas.
- Completen una tabla de registro como la que se presenta a continuación (tabla 4.3). Si les es posible, agreguen otros ácidos y bases.



Figura 4.17 Dispositivo armado.

**Recuerda que...**  
En tu curso de Ciencias 2 con énfasis en Física, revisaste algunos de los trabajos de Faraday sobre inducción electromagnética (Bloque 4, Manifestaciones de la estructura interna de la materia).



Sustancia	Ácido/base/neutro	Conductor: Sí/No
Agua destilada		
Vinagre		
Bicarbonato de sodio		
Agua/azúcar		
Agua/sal		

## TE RECOMENDAMOS...

ver las animaciones de disociaciones de ácidos y bases en: <http://educics.com.mx/4FS> (consulta: 23 de enero de 2017), algunas sugerencias se encuentran en inglés; si lo consideras conveniente, pide ayuda a tu profesor de idiomas.

## Resultados y conclusiones

1. Escriban en su cuaderno cómo es la propiedad de conducción eléctrica de los ácidos y las bases que observaron.
2. Comparen el brillo del led en cada uno de los casos. ¿Pueden decir en qué casos tienen buenos conductores? ¿Qué disoluciones conducen mucho menos electricidad, aunque pongan mayor cantidad de los materiales en ellas?
3. Comenten sus respuestas con el profesor. ◀

## Ácidos y bases: conductores de electricidad

En los bloques anteriores, viste que los metales son buenos conductores de la corriente eléctrica y esto se debe a que los electrones más externos de los átomos están casi sueltos, lo que permite que, al conectar una pila, se haga una diferencia de potencial en los extremos que los hace fluir. Por cada electrón que sale del metal entra otro por el otro lado, manteniendo la carga total neutra.

En el caso de las disoluciones la explicación es diferente. El agua destilada no es conductora porque no tiene manera de transportar la corriente eléctrica (es un compuesto covalente), sin embargo, el agua con sal, sí. La sal común (recuerda que su nombre químico es cloruro de sodio) se **disocia** al disolverse en el agua, separándose los átomos de cloro de los de sodio. Al hacerlo, se forman dos iones: uno con carga positiva ( $\text{Na}^+$ ) y el otro con carga negativa ( $\text{Cl}^-$ ). Observa que aunque se formen partículas con carga, al ser de tipo opuesto, la carga total es neutra (figura 4.18). Estos iones son los encargados de transportar la carga de un electrodo al otro (los extremos de los cables).

Las sustancias que al disolverse en agua conducen la corriente eléctrica, como resultado de su disociación, reciben el nombre de **electrolitos**. En tu curso de *Ciencias 2*, estudiaste que cuando existen cargas eléctricas que pueden moverse libremente, se presenta una corriente eléctrica. Podemos concluir, entonces, que los electrolitos poseen cargas eléctricas que se desplazan con libertad en la disolución. Un ejemplo de una sustancia que no es un electrolito es el azúcar, pues al disolverla en agua, ésta no conduce la corriente eléctrica (el brillo de tu foco o led, si lo hubo, seguramente fue el más débil de todos los casos).

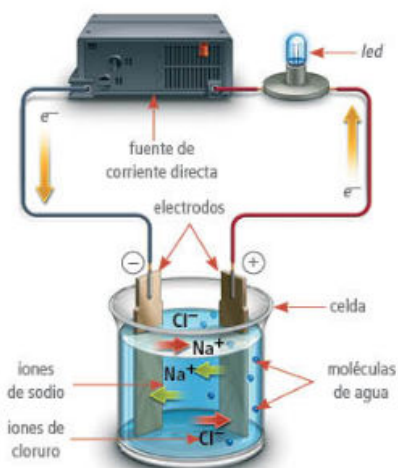


Figura 4.18 Al disolverse, los compuestos iónicos se disocian (recuerda la secuencia 12 del Bloque 2). Al disociarse y existir la posibilidad de que se muevan, conducen la corriente al dirigirse a los cables.

Como viste en la actividad anterior, los ácidos y las bases disueltas en agua son conductores, es decir, son electrolitos. Con estas observaciones, tenemos identificada una nueva propiedad de los ácidos y de las bases: ambos son conductores.

En 1884, Svante A. Arrhenius (1859-1927), un joven sueco, estudiante del doctorado, presentó su tesis sobre la conductividad eléctrica de disoluciones de diferentes sales. Una de sus principales aportaciones fue que la conductividad dependía de la concentración de las sales en las soluciones. Explicó esta propiedad conductora por medio de la **teoría de la disociación**

**electrolítica**, la cual postula que los electrolitos, al estar en disolución, se disocian y forman iones, de manera que el número de cargas totales de los iones con carga negativa (aniones) es igual al de las cargas de los iones positivos (cationes) y forman disoluciones eléctricamente neutras.

Una de las cosas que identificó Arrhenius fue la forma en la que se disociaban los ácidos y las bases. En las fórmulas de muchos ácidos y bases, podemos encontrar que en muchos casos los ácidos cuentan con hidrógeno (H) y las bases con hidróxidos (OH). Así como la sal se disocia en un ion de  $\text{Na}^+$  y en uno de  $\text{Cl}^-$ , Arrhenius decía que un ácido se disocia en un ion de hidrógeno (o un protón  $\text{H}^+$ ) y un ion negativo del resto de la molécula. En el caso de las bases, decía que se formaba un ion hidróxido ( $\text{OH}^-$ ) y un ion positivo del resto del compuesto. Gracias a esto, definió a los ácidos y las bases (tabla 4.4) de la siguiente forma:

- **Ácido** es toda sustancia que al disolverse en agua se disocia y libera iones hidrógeno ( $\text{H}^+$ ) o protones, y también iones negativos que hacen la disolución eléctricamente neutra.
- **Base** es toda sustancia que al disolverse en agua se disocia y libera iones hidróxido ( $\text{OH}^-$ ) y al mismo tiempo iones positivos que generan una disolución eléctricamente neutra.

Un ejemplo del proceso de disociación de un ácido puede encontrarse en el ácido clorhídrico que, al disolverse en agua, se disocia en dos iones:



Mientras que una base, como el hidróxido de sodio, se disocia de la siguiente forma:



Ahora resulta más claro cómo es que al reaccionar un ácido y una base, uno de los productos es agua. ¿Lo puedes ver?

Ácidos	Bases
Ácido clorhídrico $\text{HCl}$	Hidróxido de sodio $\text{NaOH}$
Ácido Sulfúrico $\text{H}_2\text{SO}_4$	Hidróxido de aluminio $\text{Al}(\text{OH})_3$
Ácido Nítrico $\text{HNO}_3$	Hidróxido de amonio $\text{NH}_4\text{OH}$
Ácido Bórico $\text{H}_3\text{BO}_3$	Hidróxido de calcio $\text{Ca}(\text{OH})_2$
Ácido fosfórico $\text{H}_3\text{PO}_4$	Hidróxido de magnesio $\text{Mg}(\text{OH})_2$



### Reacción ácido-base

Describirás una reacción ácido-base usando el modelo de Arrhenius.

#### Procedimiento

- Los iones de hidrógeno e hidróxido reaccionan para formar otro compuesto. Escribe el producto en la siguiente ecuación:



- Al mezclar un ácido con agua, se lleva a cabo el proceso de disociación y se forma un ion  $\text{H}^+$ . Conforme a lo anterior, completa la ecuación:



- Si agregas una base al agua, se lleva a cabo un proceso de disociación y se forma un ion hidróxido ( $\text{OH}^-$ ). Completa ahora la ecuación:



- Si disolvemos un ácido y una base en el mismo recipiente con agua, se forman iones  $\text{H}^+$  y  $\text{OH}^-$ . Pero, como ya sabes, estos iones reaccionan. Completa la ecuación (no escribas  $\text{H}^+$  y  $\text{OH}^-$ , sino sólo el producto que forman):



- En el proceso mostrado con la ecuación del punto 1, los iones  $\text{H}^+$  y los iones de hidróxido ( $\text{OH}^-$ ) formaron agua, mientras que el Br y el K forman una sal. Durante cualquier proceso de neutralización, pueden formarse sales que dependerán de los iones que acompañan a los iones hidróxido y aquellos que acompañan a los iones hidrógeno en los ácidos; por ejemplo, fluoruro de potasio (KF) y sulfato de sodio ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ). Completa las ecuaciones y escribe el nombre de las sales. *Fíjate que las reacciones estén balanceadas al final.*



- Comparte tus respuestas con el grupo. ◀

### Arrhenius y la fisicoquímica

Las propuestas de Svante Arrhenius no sólo son importantes por haber descrito los procesos de disociación o por las definiciones de ácidos y bases, sino también porque se reforzó la interacción entre disciplinas científicas, en este caso, la química y la física.

No obstante la relevancia del trabajo de Arrhenius, su tesis doctoral estuvo a punto de ser rechazada en su país y apenas le sirvió para obtener su grado de doctor; por fortuna, sus aportaciones fueron apreciadas por varios químicos muy reconocidos, quienes lo invitaron a trabajar en sus laboratorios. La trascendencia de su investigación le valió en 1903 el premio Nobel de Química (figura 4.19).



Figura 4.19 Arrhenius fue un pilar de las disciplinas "interfrontera", pues puso las bases para la naciente fisicoquímica. También se dedicó al estudio de la velocidad con que ocurren las reacciones químicas.



Figura 4.20 En la actualidad es fácil encontrar indicadores del pH.

Junto con Arrhenius, los químicos Jacobus Henricus van 't Hoff (1852-1911) y Friedrich Wilhelm Ostwald (1853-1932) fueron conocidos como los tres "ionistas" y dieron origen a la fisicoquímica. van 't Hoff y Ostwald también ganaron el Nobel en 1901 y 1909, respectivamente.

Comenzamos este bloque con el estudio de los ácidos y las bases a partir de algunas de sus propiedades cualitativas y los distinguimos con ayuda de un indicador vegetal, hecho a partir de col morada. Ahora que hemos desarrollado un modelo para entender más estas sustancias, podemos usarlo en la formalización de algunas de sus propiedades. Partamos de una actividad experimental.



### El modelo de Arrhenius

Explicarás algunas propiedades de los ácidos y de las bases a partir del modelo de Arrhenius.

#### Material

Vinagre blanco, ácido muriático, jugo de limones, agua destilada, 4 vasos, una pila, un led, cables delgados, lentes y guantes.

#### Procedimiento

- Usa el dispositivo de la primera actividad de esta secuencia y luego etiqueta cada vaso con las siguientes disoluciones:
  - En cada caso, observa si el led se enciende. Luego ordénalos de acuerdo con la intensidad de la luz, de mayor a menor.
  - Al disociarse en el agua, los tres ácidos liberan iones hidrógeno. Conforme a tus observaciones, ¿cuál muestra libera más iones hidrógeno?
- Prepara otra disolución de jugo de limón, con 30 ml de jugo y 20 ml de agua.
  - ¿Crees que la intensidad será mayor, menor o igual que en la otra disolución con jugo de limón? Justifica tu respuesta.
  - Haz el experimento y verifica si tu suposición es correcta.
- Según el modelo de Arrhenius, ¿cómo se explica la fuerza de un ácido?
- Escriban entre todos una conclusión sobre la utilidad del modelo de Arrhenius. ◀

Tabla 4.5	
Disolución	Intensidad del brillo del led
40 ml de agua y 10 ml de ácido muriático	
40 ml de agua y 10 ml de vinagre	
40 ml de agua y 10 ml de jugo de limón	

Gracias al modelo de Arrhenius se desarrolló un método para cuantificar la acidez de las disoluciones. Al tomar como base la concentración de los iones hidrógeno, el danés Søren Sørensen (1868-1939) estableció la llamada **escala pH**. La escala numérica del pH considera valores entre 0 y 14 (figura 4.20). Los valores de pH de 0 a 6 corresponden a sustancias ácidas. Los valores de

pH de 8 a 14 son para sustancias básicas, y el valor de pH = 7 se les asigna a las sustancias neutras. Observa algunos ejemplos en la figura 4.21.

### Limitaciones del modelo de Arrhenius

Aunque el modelo de ácidos y bases de Arrhenius trajo consigo grandes avances para la química y sus aplicaciones, no es del todo correcto. Analicemos un ejemplo:

El amoníaco es un compuesto químico cuya molécula tiene tres átomos de H y uno de N; su fórmula química es  $\text{NH}_3$ . Es un gas incoloro, producido por la descomposición de materia orgánica, se disuelve fácilmente en agua y se usa en productos de limpieza. El amoníaco diluido en agua tiene propiedades básicas; si se le agrega un indicador de color morada, adquiere color verde. Si el amoníaco es una base, de acuerdo con el modelo de Arrhenius, al entrar en contacto con el agua debe disociarse y formar un ion hidróxido ( $\text{OH}^-$ ). Pero ¿cómo puede hacerlo si la molécula de amoníaco no tiene átomos de oxígeno? En realidad, aunque una buena parte del amoníaco se disuelve (es un compuesto polar), otra parte de él reacciona con el agua de acuerdo con la siguiente ecuación:



En la naturaleza se presentan muchos casos como el del amoníaco, en los cuales el modelo de Arrhenius no puede explicar las propiedades ácidas o básicas de las sustancias. La aparición de limitaciones es normal en todo proceso de construcción del conocimiento.

Y ¿qué pasa con los productos de la reacción entre el vinagre y el bicarbonato de sodio? Ahora sabes que al mezclarlos se produce una reacción ácido-base que da como resultado agua y una sal. Sin embargo, hay algo diferente en esta reacción: produce efervescencia. El gas que produce es bióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), por lo que los productos son agua, una sal y  $\text{CO}_2$ ; observa la ecuación:



La sal producida  $\text{NaC}_2\text{H}_3\text{O}_2$  es acetato de sodio, esto se deduce gracias a lo que ya sabemos sobre ácidos, bases y las reacciones que producen (figura 4.16).

Uno de los ejemplos más comunes, y que tal vez desarrollaste en el proyecto del bloque anterior, es el de un producto muy usado por todos: el jabón. Los jabones son la sal de un ácido orgánico cuya molécula tiene la forma de una larga cadena, compuesta por más de 10 átomos de carbono, unidos de forma covalente (figura 4.22). Al reaccionar con una base, como el hidróxido de sodio, se forma jabón y agua.

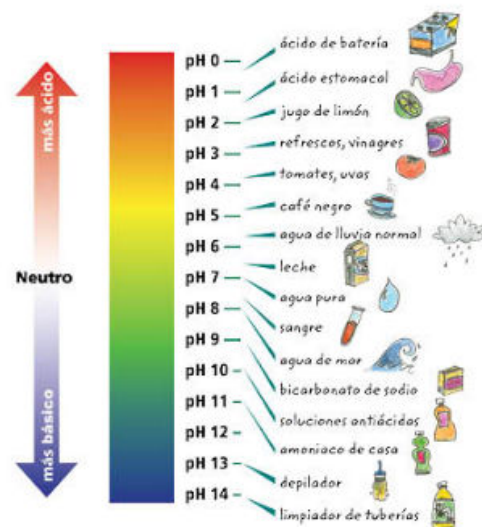


Figura 4.21 Ejemplos de sustancias y su pH.

#### Recuerda que...

Otros modelos de ácidos y bases fueron propuestos por Lewis y también por Bronsted-Lowry, y aunque éstos son los más conocidos, no son los únicos.

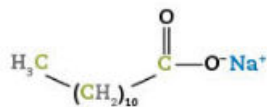


Figura 4.22 Ejemplo de la sal laureato de sodio formada a partir de ácido láurico y  $\text{NaOH}$ , representada como estructura de Lewis.

### ¡Aplica!

1. Lean el siguiente texto y, al final, respondan lo que se solicita.

La remoción excesiva de las grasas de la piel por el uso de jabones y detergentes puede producir alteraciones cutáneas en la piel normal y en la hipersensible. [...] La posibilidad de que los jabones irriten la piel se atribuye a los siguientes factores: estructura química, pH o capacidad limpiadora y otros, como el color y el aroma.

El pH de la piel es ácido; normalmente oscila entre 3.5 y 5.5 y desempeña un papel determinante en la **bacteriostasis** de la superficie cutánea. Sin embargo, cualquier aumento de alcalinidad o acidez puede provocar irritación o modificar la flora que habita en la piel, lo cual facilita la invasión de gérmenes patógenos. Las barras de jabón (figura 4.23) con pH alto sobresaturan la capacidad de la piel para amortiguar los cambios en el pH y pueden causar variaciones hasta en tres unidades, mientras que los jabones de pH neutro pueden hacerlo en menos de una unidad [...]. La selección de los jabones comerciales se hace muchas veces al azar y otras en razón de sus componentes, su fragancia, el color o el tamaño. Como médicos, al recomendar un jabón para piel muy sensible o enferma, indicamos los neutros.



Figura 4.23 Los jabones son el producto de la reacción de una base y un ácido orgánico de cadena larga.

Adaptado de: D'Santiago, Ilse y María Estela Vivas de Marcano, "El pH de los jabones", *Dermatología venezolana*, vol. 34, núm. 3, 1996.

- Consigan muestras de diferentes jabones (para ropa, de tocador, antibacterial, etc.), detergentes en polvo y líquidos, así como champús. Preparen disoluciones de cada uno de ellos y midan el pH con su indicador.
- Con base en la información de la lectura, contesten:
  - ¿Esperaban los mismos resultados para los jabones que para los detergentes y los champús?
  - De sus muestras, ¿cuál de ellas puede afectar más a la piel?
  - ¿Cuál jabón es el más adecuado para la piel sensible?
  - ¿Qué tipo de jabón recomendarías para un bebé? ¿Por qué?
  - ¿Cuáles de los productos que analizaste recomendarías usar con guantes, o bien, no recomendarías usar? Explica por qué.
- Discutan en grupo las aplicaciones que conocen de los ácidos y las bases, así como de los productos obtenidos de sus reacciones. Comenten sobre el efecto que tienen en su vida diaria. ◀

#### GLOSARIO

**Bacteriostasis:** capacidad de detener la multiplicación de bacterias.

#### TE RECOMENDAMOS...

la siguiente animación para que repases lo que has visto hasta ahora de disociación de ácidos, bases y escala pH: <http://edutics.mx/J7k> (consulta: 01 de junio de 2016).

Durante esta secuencia, identificaste algunas características relevantes de los ácidos y las bases, como es su carácter de electrolito, y la teoría propuesta por Arrhenius para explicar el comportamiento de ácidos y bases.

El desarrollo del modelo de Arrhenius es un buen ejemplo de cómo el conocimiento científico tiene un gran impacto en la sociedad, pues con este modelo ha sido posible desarrollar técnicas que permiten identificar y sintetizar nuevos materiales con propiedades específicas.



## ¿Por qué evitar el consumo frecuente de los “alimentos ácidos”?

Las personas que hacen mucho ejercicio tienen requerimientos particulares sobre su alimentación. Como viste en la secuencia 14, un deportista necesita de alimentos con alto contenido energético, el cual hemos visto que se mide en kilojoules, aunque puede ser que en las etiquetas de algunos alimentos se presente en unidades de calorías. Por el contrario, si las personas sedentarias consumen alimentos con alto contenido calórico, su organismo los transformará en compuestos estables que cumplen la función de fuentes de energía de reserva que se acumulará en el cuerpo (por ejemplo, grasas), trayendo consecuencias como obesidad y otras enfermedades.

Para prevenir enfermedades, es importante pensar en el contenido calórico de los alimentos al momento de ingerirlos o de elegirlos, pero ¿es suficiente? En realidad no. No sólo se trata de los nutrientes, que son esenciales para estar sano, sino de algo más. ¿Qué piensas que puede suceder si un deportista come papas fritas con mucho limón y salsa picante con un refresco de cola, justo antes de practicar deporte? ¿Cómo crees que se sentirá? Las papas tienen carbohidratos y el limón tiene vitamina C, ¿dónde está lo negativo? Tal vez has oído hablar de la acidez estomacal, ¿qué crees que la genere? Quizás has experimentado un malestar después de comer mucho chile con limón, sientes que te “arde” un poco (o tal vez mucho) el estómago, ¿te ha sucedido? ¿Por qué es importante identificar si estás en riesgo de desarrollar acidez?, ¿de qué manera se puede evitar o disminuir la acción de los alimentos ácidos (figura 4.24)?



Figura 4.24 Muchos alimentos producen acidez estomacal.

### Trastornos gastrointestinales y dieta

La acidez estomacal es un padecimiento común en la población de nuestro país. Como sabes, se acostumbra comer muchos productos con picante, frituras con limón, comida frita y refrescos. Antes de hacer deporte no conviene ingerir este tipo de comida, te sentirías mejor con algo ligero y no ácido. Lo mismo podemos decir de cómo nos sentiríamos si fuéramos a la cama con el estómago lleno de comida irritante.

En la toma de decisiones sobre la alimentación adecuada, la cantidad de kilocalorías y nutrientes es relevante, pero ¿qué propiedad de la comida está relacionada con la acidez estomacal? ¿Qué alimentos son recomendables para evitar la acidez estomacal? ¿Qué otras consecuencias puede tener el abuso del consumo de alimentos irritantes?

Gracias al estudio de las propiedades de los materiales, sabes que los ácidos tienen un sabor agrio (o ácido), mientras que los básicos tienen un sabor amargo. El jugo de limón, el vinagre y las salsas procesadas como aderezos de verduras son productos ácidos y es justamente por su sabor que los usamos (figura 4.25).



Figura 4.25 Los aderezos se utilizan para dar sabor y se caracterizan por ser ácidos.

Para identificar la relación que pueda existir entre la sensación de acidez o ardor en el estómago, después de comer algún alimento, con el grado de acidez o basicidad, realizaremos una investigación experimental, midiendo el pH de varios alimentos de consumo cotidiano.

### ¿Qué tan ácido es?

Identificarán la acidez de algunos alimentos.

#### Material

- Entre todo el grupo consigan tanta variedad de alimentos como puedan (figura 4.26).
- Posteriormente, deben molerlos con agua (una parte en volumen del alimento por dos partes de agua si son sólidos; si son líquidos muy espesos o pastas, una parte del alimento por parte y media de agua) y filtrarlos.
- Pueden utilizar sandía, zanahoria, guayaba, mango, huevo, jugo de verduras, jugos de frutas procesados, chocolate, sopas de pasta previamente cocidas, papas fritas, salsas, *chamoy*, chicharrones (de cerdo), chiles, refresco, limón, leche, café y mostaza, entre otros (no elijan solamente alimentos con los que hayan sentido ardor en el estómago).
- Frascos para cada alimento que lleven.
- Tiras reactivas para pH o indicador de col morada.

#### Procedimiento

- Comenten, entre todos, qué alimentos les han provocado ardor estomacal. Con eso completen la tabla 4.6.
- Etiqueten cada frasco con una leyenda que indique su contenido.
  - Midan la acidez de cada uno con tiras de pH o con el indicador de col morada.
  - Completen la tabla 4.7 escribiendo el nombre de los alimentos en la columna que les corresponda con el valor del pH que encontraron. Si usan col morada, identifiquen al alimento como ácido, básico o neutro.
- Al terminar la actividad, junten todos los líquidos y midan el pH, utilicen cal (una base) o vinagre para que el pH de la mezcla sea 7. Agreguen aserrín hasta que no se “salga” el agua y el residuo se pueda manejar con las manos. Mezclen el aserrín con la tierra del jardín escolar o en una parcela o jardín comunitario.

Tabla 4.6	
Produce ardor	No produce ninguna sensación

Tabla 4.7		
Ácido	Básico	Neutro



Figura 4.26 Muchos alimentos que consumimos en la actualidad no favorecen nuestra salud.

#### Resultados y conclusiones

- Analicen en equipos las tablas 4.6 y 4.7 y hagan o respondan lo siguiente:
  - Expliquen cuáles de los resultados obtenidos fueron inesperados.

- ¿Qué alimentos les producen sensación de ardor?
  - De estos alimentos, ¿cuáles fueron ácidos?
  - ¿Algún alimento de los que revisaron tuvo un comportamiento alcalino y les causa ardor? ¿Cuál fue?
- Comparen sus resultados con el grupo e identifiquen si existe relación entre los alimentos que producen acidez estomacal y su pH.
  - Comenten con el grupo sus conclusiones. ◀

### Toma de decisiones relacionadas con: importancia de una dieta correcta

**Consumo** Todos los productos que consumimos a diario tienen cierto grado de acidez o basicidad. Por experiencia, sabemos que los limones tienen sabor ácido y que los picantes son irritantes. Las grasas, aunque aparentemente no son ni ácidas ni básicas, al ser digeridas provocan que se presente también acidez; pero ahora cuentas con más elementos para determinar el grado de acidez de cualquier alimento.

Evitar el consumo excesivo de alimentos ácidos nos ayuda a reducir la acidez estomacal y el malestar después de comer. En la actualidad los médicos se preocupan mucho por las costumbres alimentarias de los mexicanos, sobre todo de los niños y los adolescentes, porque se ha observado que algunas enfermedades de la población adulta se originan en la mala alimentación desde las primeras etapas de la vida. Por esta razón es de suma importancia que adquieras más conocimientos acerca de los alimentos que consumes y que identifiques cuáles pueden causar problemas de manera inmediata y cuáles cuando seas adulto (así podrás evitarlos).

Cuando ingerimos un alimento, después de masticar, llega al estómago. Como viste en tu curso de *Ciencias 1*, ésta es la segunda fase del proceso completo y es fundamental. En el estómago se lleva a cabo un proceso de descomposición de nutrientes, como almidones, grasas y proteínas, para transformarlos en sustancias como carbohidratos sencillos, ácidos grasos y aminoácidos, que pueden ser absorbidas en el intestino delgado (figura 4.27). Todos éstos son compuestos indispensables para sobrevivir y conservar la salud. Para que se descompongan los alimentos es necesario que se lleven a cabo reacciones de hidrólisis que se efectúan a pH muy bajo, por ello el estómago secreta un ácido muy fuerte (ácido clorhídrico, HCl). El pH en el estómago es tan ácido que no es raro que el valor del contenido del mismo sea de 2.

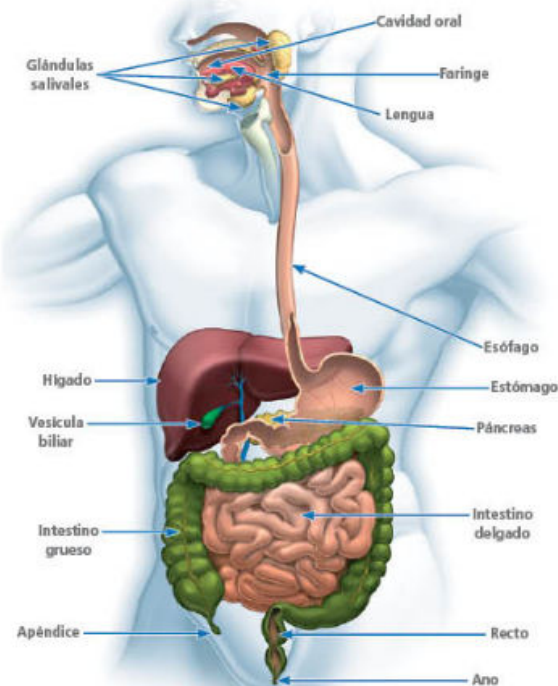
Pareciera que si el estómago tiene un pH tan bajo no sería importante el pH de los alimentos que consumimos (revisa tu tabla 4.7 y verás que la mayoría de

Recuerda que...

pH=7 corresponde a alimentos neutros.

pH<7 corresponde a alimentos ácidos.

**Figura 4.27** El sistema digestivo incluye varios órganos que procesan los alimentos, en parte secretando sustancias muy ácidas.



los alimentos están más arriba de ese valor, lo que los hace menos ácidos, pues mientras más cerca está una mezcla de un pH de 7, es más neutra). Sin embargo, hay indicios de que el consumo de los alimentos ácidos sí afecta o interviene directamente en la aparición de trastornos digestivos. Ya que la acidez es importante en la digestión, es relevante que demos importancia a la acidez de los alimentos que consumimos. Pero ¿cómo es que afecta la acidez de los alimentos a la digestión y a la salud en general?

#### TE RECOMENDAMOS...

el artículo "El pH en nuestra vida", que puedes encontrar en: <http://edutics.mx/7Z>, para que veas cómo influye el pH en nuestra vida.



#### Acidez vs. tu salud

**Analizarás los riesgos para la salud por el consumo excesivo de alimentos ácidos.**

- Lee el siguiente texto y contesta en tu cuaderno lo que se pide al final.

**Salud** Es común pensar en los ácidos como sustancias que corroen algunos materiales, pero también afectan a los seres humanos. La acidificación en exceso del cuerpo produce un sinnúmero de padecimientos. Entre los menos graves, aunque más comunes, está la acidez estomacal. Se produce cuando el estómago secreta ácido clorhídrico (HCl) en exceso. Este ácido es uno de los jugos gástricos que se encargan del proceso digestivo en el cual las proteínas y otros nutrientes se convierten en moléculas más pequeñas. El excesivo contenido de HCl puede producir irritación en el esófago o afectar las mucosas que recubren la parte interior del estómago, lo que llega a causar, en casos severos, úlcera gástrica.

Al entrevistar a un enfermo crónico de acidez y pedirle que describiera cómo eran sus noches, dijo lo siguiente:

"Lo más difícil es el momento de ir a dormir, pues si durante el día la sensación de ardor es molesta, y siento que estoy mascando ácido debido a los reflujos, en la noche es insoponible. No sólo no puedo acostarme totalmente, sino que debo ponerme muchas almohadas para quedar casi sentado y mi cama debo levantarla de la cabecera. Los eructos son bocanadas de ácido, y cuando apenas empiezo a dormirme, el ardor y el dolor en la boca del estómago me despiertan."

Hay indicios de que el consumo excesivo de alimentos ácidos, en edades tempranas, está asociado con el desarrollo de enfermedades del tracto digestivo; de ellas, las úlceras esofágicas y estomacales y las gastritis ocupan un gran porcentaje.

Algunos alimentos aumentan la acidez en el estómago: los refrescos, el café, el alcohol y, en general, los productos ácidos, naturales o procesados; pero también las grasas, al retardar la digestión, generan el aumento en la producción de HCl y acidez estomacal.

Las gastritis y las úlceras, si bien son más frecuentes, no son las únicas consecuencias del abuso en el consumo de productos ácidos. El aumento en el consumo de alimentos ácidos tiene efectos inmediatos en los dientes, incidiendo en la pérdida del esmalte y la aparición de caries. La disminución del pH, aún en valores muy pequeños, puede ocasionar falta de concentración y osteoporosis, entre otros padecimientos.

2. Expliquen y contesten en equipos lo siguiente:

- Expliquen por qué, aunque el estómago necesite de ácido, es más recomendable comer productos neutros o no tan ácidos.
- Expliquen por qué es más recomendable comer una quesadilla preparada "al comal" en vez de una frita.
- ¿Por qué es más recomendable beber agua simple (figura 4.28) con los alimentos que refresco?
- ¿La hora en que consumimos alimentos con mayor acidez influye en cómo los procesa el organismo? Justifiquen su respuesta.
- ¿Qué tipo de alimentos es más conveniente desayunar? (Consideren el pH de los alimentos que analizaron.)
- ¿De qué manera ayuda tener horarios establecidos para comer?
- ¿Qué tipo de alimentos es mejor comer antes de dormir?
- Comenten en grupo las respuestas de cada equipo. ◀

### Cómo prevenir o reducir el riesgo asociado al consumo de alimentos ácidos

**Consumo** Ahora sabes que comer, por ejemplo, unas papas con limón y salsa picante o una gordita de chicharrón pueden favorecer la acidez estomacal y que hacerlo regularmente trae consecuencias más graves. Sin embargo, no se trata de dejar de comerlas por completo. Como en todo, los abusos son los que hacen daño. Así que, si eventualmente consumes algún alimento irritante, tal vez no te produzca acidez.

Además de la alimentación, hoy sabemos que existen otras causas de la acidez, como la presencia de ciertas bacterias que nos hacen producir más HCl, por lo que la acidez es, en muchos casos, esporádica. Como es de esperar, la industria farmacéutica, de la mano de la química, ha desarrollado una gran diversidad de medicamentos que permiten aliviar este molesto padecimiento (figura 4.29). La mayoría hacen efecto en cuestión de minutos, pero sólo producen un alivio temporal: si la acidez se presenta con regularidad, un cambio en la dieta es imprescindible.

El funcionamiento de los antiácidos se basa en los procesos químicos de neutralización que has estudiado en este bloque, procesos en los que reaccionan una base y un ácido formando agua y una sal. Si el estómago tiene exceso de ácido clorhídrico, ¿qué tipo de sustancias piensas que servirían para reducirlo? Averigüemos cómo funcionan estos medicamentos.



#### ¿Cómo actúan los antiácidos?

Identificarás las propiedades y eficacia de las sustancias que neutralizan la acidez estomacal.

#### Material

Tiras indicadoras de pH  
Papas fritas  
Limón  
Salsa picante



Figura 4.28 A diferencia del agua simple, bebidas como los refrescos o jugos procesados pueden producir acidez estomacal.



Figura 4.29 Los medicamentos antiácidos son muy consumidos actualmente y esto también representa un riesgo para la salud.

Refresco de cola  
Zanahoria  
Agua  
Licuadora  
Papa cruda

7 vasos  
Chile piquín  
2 antiácidos comerciales [uno de pastilla blanca (1) y otro de polvo efervescente (2)]

#### Procedimiento 1 antes de la actividad

Tres compañeros de cada equipo prepararán las siguientes mezclas desde el día anterior (en casa). Uno llevará papas con chile y refresco, otro llevará zanahorias con chile y limón, el tercero llevará papa cruda licuada en un poco de agua (figura 4.30).

#### Procedimiento 2 para las mezclas que se van a usar en clase

- Licua las papas fritas, el jugo de los limones, la salsa picante y el refresco de cola juntos. Considera lo que comerías en una "tarde de películas", si así lo acostumbras. Vierte el contenido en 3 vasos o bolsas de plástico y refrigéralos. Etiquétalos del 1 al 3.
- Considera la cantidad que comerías de zanahorias con el chile piquín, el limón y sal que acostumbras. Muele en la licuadora con un vaso de agua. Vierte el contenido en tres vasos o bolsas y etiquétalos del 4 al 6.

#### Procedimiento 3 en la escuela

- ¿En qué casos esperan obtener valores más ácidos? Expliquen por qué.
- ¿De qué manera suponen que va a actuar el antiácido con cada una de las mezclas que llevaron los compañeros?
- Midan el pH de los contenedores (bolsas o vasos) y apúntenlo en la tabla 4.8.
- Agreguen un antiácido a los vasos 1 y 4 (antiácido 1). El otro antiácido (antiácido 2) a los vasos 2 y 5. La papa licuada a los vasos 3 y 6. Midan el pH nuevamente de los seis vasos a los 30 segundos, y a los 5 minutos, registren los valores y obtengan el promedio. Con estos valores completen la tabla.

Al terminar la actividad, junten todos los líquidos y midan el pH. Utilicen cal (una base) o vinagre para que el pH de la mezcla sea 7. Agreguen aserrín hasta que no "se salga" el agua y el residuo se pueda manejar con las manos. Mezclen el aserrín con la tierra del jardín escolar o en una parcela o jardín comunitario.

#### Resultados y conclusiones

- Contesten las siguientes preguntas:
  - Ante un antojo de botana "picosita", ¿qué es más recomendable: papas con mucho limón y salsa acompañadas de un refresco o zanahorias con poco limón y chile en polvo con un vaso de agua? Expliquen por qué.



Figura 4.30 Alimentos por analizar.

Tabla 4.8

	pH inicial	pH después de agregar antiácido
Vaso 1		Con antiácido 1
Vaso 2		Con antiácido 2
Vaso 3		Con papa
Vaso 4		Con antiácido 1
Vaso 5		Con antiácido 2
Vaso 6		Con papa

- b) ¿En qué caso es más riesgoso mantener una dieta continua de estos alimentos?
- c) ¿Qué antiácido actúa mejor en el corto plazo?
- d) ¿Qué antiácido da mejores resultados al final de los 5 minutos?
2. De cada uno de los tres productos básicos (los antiácidos y la papa), ¿qué producto es más recomendable si te produce acidez alguna de las dos botanas? ¿En cualquiera de los dos casos es igual?
- a) Explica el funcionamiento de un antiácido desde el punto de vista de la química.
- b) Un tipo de antiácido comercial es conocido como "leche de magnesia", que en términos químicos es hidróxido de magnesio  $Mg(OH)_2$ . Resuelve la ecuación de neutralización entre este antiácido y el ácido clorhídrico del estómago:



¿Cómo podemos cuidar nuestra salud con nuestra alimentación? ◀

Con los antiácidos es posible neutralizar el exceso de ácido estomacal y aliviar la acidez, sin embargo, no es bueno abusar de ellos. Si recuerdas, uno de los productos de la neutralización es una sal y muchas veces éstas tienen efectos nocivos si se encuentran en altas concentraciones. Por ejemplo, el sodio es parte del bicarbonato de sodio, como antiácido, y puede producir hipertensión arterial, entre otros padecimientos (figura 4.31).

Aunque los antiácidos son una buena solución a los problemas de acidez estomacal, sólo funcionan temporalmente. La verdadera forma de erradicar este problema consiste en llevar una dieta equilibrada, en la que no se consuman alimentos ácidos en exceso (figura 4.32). Esto no significa renunciar al consumo de productos ácidos, sino hacerlo moderadamente, pues el uso constante de antiácidos también es perjudicial.

Una mala costumbre que se está volviendo moda entre los jóvenes es "saltarse" comidas para mantenerse delgado. Curiosamente esto tiene el efecto contrario, pues los ayunos prolongados ponen al organismo en estado de emergencia, y se privilegia la formación de reservas; pero aún más nocivo es que esta práctica también provoca acidez, ya que el estómago secreta ácido clorhídrico (y con esto envía la señal de hambre) a pesar de no haber recibido alimentos, y, al no tener con qué reaccionar, el ácido puede debilitar la mucosa, ascender hasta el esófago, etc., con las consecuencias que ya conoces.



Figura 4.31 El bicarbonato de sodio se ha usado desde hace mucho tiempo para aliviar la acidez, aunque su efecto es sólo temporal.



Figura 4.32 La dieta sana incluye el consumo moderado de alimentos de todos los grupos.

Pese a que esta información está al alcance de todos, con frecuencia las personas de tu edad, y la población en general, no ponen demasiada atención a la calidad de los alimentos que consumen.

Durante esta secuencia, pudiste evaluar el pH de diferentes alimentos y las consecuencias de un consumo excesivo de los que son ácidos. Ahora que ya tienes más información, seguramente puedes responder con precisión las preguntas que se plantearon al comenzar esta secuencia.

### ¡Aplica!

- Revisa las respuestas que diste a las preguntas de la página 196. ¿Cambiarías alguna?, ¿por qué?
- Responde.
  - Si vas a hacer deporte, ¿qué sería recomendable comer?
  - Diseña el menú de una cena que sea adecuada.
  - ¿Qué alimentos son los que te causan más frecuentemente ardor: los ácidos o los alcalinos?
  - Si sufres frecuentemente episodios de acidez relacionados con los alimentos, ¿cuáles evitarías o consumirías menos?
  - Si comes algo muy ácido y padeces acidez, ¿qué puedes tomar para aliviar las molestias?
  - Sabes que la concentración tiene un efecto directo en la acidez. Con base en esto, explica si tomar agua simple puede tener algún efecto favorable o desfavorable en episodios de ardor por consumo de alimentos ácidos.
  - Completa la reacción entre el ácido clorhídrico y el bicarbonato de sodio. Recuerda que en esta reacción hay efervescencia (se libera  $CO_2$ ):



- Identifica los productos de mayor consumo en la escuela que contribuyen a generar acidez estomacal y propón sustitutos saludables.
- Elabora un tríptico para comunicar a tus compañeros las consecuencias de consumir productos ácidos en exceso; asimismo, propón la dieta que ustedes consideren más adecuada. ◀

Lo más conveniente para tener una vida sana es que trates de incluir en tu dieta abundantes frutas y verduras (platica con tu mamá o la persona encargada de las compras y de cocinar en casa, para que haga lo posible por incluirlas en la alimentación diaria); procura reducir el consumo de comida rápida o "chatarra", además de los alimentos ricos en grasa e irritantes. No olvides establecer horarios fijos para consumir tus alimentos.

Verás que en la medida en que mejores tus hábitos de alimentación te sentirás mejor, sufrirás menos enfermedades y estarás evitando que en tu vida adulta aparezcan algunos padecimientos.

#### TE RECOMENDAMOS...

Leer de tu Biblioteca de Aula el libro de Tudge, Colin, *Alimentos para el futuro*, 2003, SEP-Planeta.



## Importancia de las reacciones de óxido y de reducción

Aprender a nadar es muy importante, sobre todo para las personas que frecuentan o viven cerca de lugares con asentamientos de agua, ya que siempre está el riesgo de ahogarse. En tu curso de *Ciencias 1*, viste que hay muchas maneras de respirar, por lo que algunos animales lo pueden hacer bajo el agua. Sin importar qué tipo de respiración tengamos, todos los animales y casi todos los organismos vivos necesitamos respirar. ¿Recuerdas por qué necesitamos hacerlo? ¿Qué sustancia del aire es la importante para la respiración? ¿Cómo podemos definir químicamente a la respiración? ¿Cómo pueden respirar bajo el agua los peces (figura 4.33)?

En tu curso de *Ciencias 1*, viste que gracias a la respiración obtenemos la energía necesaria para que nuestro cuerpo funcione correctamente y podamos vivir. Además, viste que en este proceso son muy importantes los alimentos y el oxígeno. ¿Cómo ocurre esto?

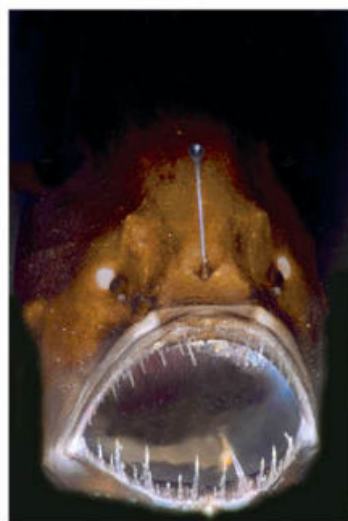


Figura 4.33 Todos los animales necesitamos respirar, incluso los que viven en las profundidades del océano.

### Características y representaciones de las reacciones redox

Lo que sucede entre el oxígeno del aire y algunas moléculas en nuestros alimentos son reacciones químicas que liberan la energía que necesitamos para mantenernos vivos y saludables. En estas reacciones químicas, ocurren procesos que llamamos **oxidación** y **reducción**, que revisaremos a continuación.

Cuando Lavoisier propuso que el oxígeno era el responsable del aumento de peso de los metales al quemarse y de la formación de gases al quemar la madera, se empezó a llamar a estas reacciones con el nombre genérico de **oxidación**. En el bloque anterior, vimos que en las reacciones de formación de compuestos iónicos entre un metal y un no metal, los electrones se transfieren del metal al no metal, y por lo tanto la carga del metal se vuelve positiva (y con esto decimos que aumenta) y la del no metal se vuelve negativa (y con esto decimos que disminuye). Por ejemplo, en la oxidación del magnesio:  $Mg + O_2 \longrightarrow MgO$

Si interpretamos esta reacción en forma molecular, diremos que un átomo de magnesio reacciona con una molécula de oxígeno para producir una unidad de óxido de magnesio (como se trata de un compuesto iónico, no podemos hablar de moléculas). Las reacciones de oxidación, al igual que las demás reacciones, deben ser balanceadas para cumplir con la **Ley de la conservación de la materia** (figura 4.34). La reacción balanceada sería:  $2Mg + O_2 \longrightarrow 2MgO$

Anteriormente, representamos la formación de compuestos iónicos mediante estructuras de Lewis a partir de átomos:



Figura 4.34 La reacción de oxidación del magnesio libera grandes cantidades de energía en forma de luz y calor. A este tipo de reacciones se les llama de combustión. Los fuegos artificiales son una forma divertida de presenciar estas reacciones.

Sin embargo, el oxígeno forma moléculas diatómicas en la atmósfera, por lo que para tener una representación más precisa de la reacción de oxidación del magnesio, omitiremos las estructuras de Lewis. Una manera de obtener la reacción molecular es multiplicando la reacción a partir de átomos por dos, de manera que dos átomos de oxígeno formen una molécula diatómica ( $O_2$ ):



### Oxígeno molecular

Representarás las ecuaciones correspondientes a la oxidación de diferentes metales con oxígeno molecular.

1. Escribe la reacción de formación de los óxidos de sodio ( $Na_2O$ ) y aluminio ( $Al_2O_3$ ) mediante estructuras de Lewis a partir de átomos.
2. Vuelve a escribir cada reacción, pero omitiendo las estructuras de Lewis y multiplica por dos el número de átomos. Agrupa los átomos de oxígeno en parejas para formar moléculas de  $O_2$ .
3. ¿Podrías hacer lo mismo con la formación de otros óxidos?, ¿cómo? ◀

Como el sodio y el aluminio son menos electronegativos que el oxígeno, los átomos pierden los electrones de la capa de valencia, con lo que –al ser mayor la carga del núcleo que del total de electrones– adquieren carga positiva. Por su parte, los átomos de oxígeno ganaron esos electrones y adquirieron más carga negativa que el núcleo, quedando negativos. Decimos que al reaccionar con oxígeno, estos metales se oxidaron y en estos casos la carga se vuelve más grande (más positiva) (figura 4.35). ¿Cómo llamamos a lo que le pasó al oxígeno? Si observamos, la carga del oxígeno se hace más pequeña (más negativa) y podemos decir que se reduce. Cuando un elemento se oxida siempre hay un elemento que se reduce, porque si un átomo perdió electrones, forzosamente otro los ganó. Por eso a la reacción completa en la que un elemento se reduce y otro se oxida le llamamos **reacción redox**.

Aunque todos los metales pueden oxidarse, algunos lo hacen con más facilidad que otros. Estamos familiarizados con la oxidación del hierro (el óxido férrico) porque este elemento presenta una mediana tendencia hacia la oxidación y podemos verlo en sus formas oxidada y metálica. Sin embargo, hay metales que se oxidan con tanta facilidad que reaccionan espontáneamente con el oxígeno de la atmósfera. Es el caso del litio, el sodio y el potasio, los cuales deben ser almacenados en un líquido que no sea **miscible** con el agua, a fin de evitar que se oxiden e inflamen (figura 4.36). El oro, por su parte, es un metal difícil de oxidar; por eso lo conocemos en su estado elemental, al igual que la plata.

Actualmente, se utiliza el término “oxidación” para indicar que un átomo pierde electrones y el término “reducción” cuando los gana, independientemente de

### GLOSARIO

**Miscibilidad:** Propiedad de algunos líquidos para formar una mezcla homogénea, sin importar su proporción.

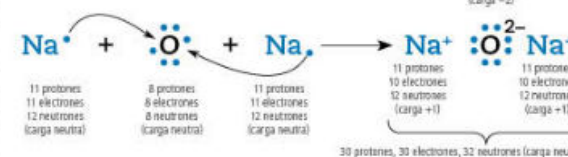


Figura 4.35 Durante la oxidación, el sodio pierde electrones, mientras el oxígeno los gana. El total de la carga no cambia.



Figura 4.36 Debido a que se oxidan espontáneamente, el litio, el sodio y el potasio se almacenan en un líquido especial, el cual evita que entren en contacto con el oxígeno del aire y reaccionen.



si en la reacción participa o no el oxígeno. Analicemos la reacción de formación del fluoruro férrico:



que representada de forma iónica sería:  $2\text{Fe} + 3\text{F}_2 \longrightarrow 2\text{Fe}^{3+} + 6\text{F}^-$

En esta reacción el hierro se oxidó porque perdió electrones (aunque no reaccionó con oxígeno), y el flúor se redujo.

Otros elementos y compuestos, además de los metales, también se oxidan al reaccionar con el oxígeno en la atmósfera. Pero el proceso y los productos son, en apariencia, muy diferentes. El proceso de combustión es una reacción redox en la que se desprende una gran cantidad de energía muy rápidamente. Hay un combustible que "se quema" en presencia del oxígeno ( $\text{O}_2$ ), al que se le denomina comburente y es necesario para la combustión (figura 4.37).



Figura 4.37 Debido a la presencia de oxígeno en la atmósfera, la combustión es un fenómeno que se observa con frecuencia.



Figura 4.38 Efectos de la lluvia ácida en la piedra.



### Oxidación y metales

Profundizarás tu conocimiento sobre la oxidación y la reducción, considerando el carácter de los elementos.

- Contesta lo que se te pregunta.
  - Escribe cuáles son las propiedades características de los metales.
  - ¿Qué diferencias observas entre los metales y sus óxidos?
  - Además de los metales, ¿cuál elemento forma parte de los óxidos? (Recuerda las reacciones de la actividad anterior.)
  - ¿De dónde crees que sale el oxígeno que forma parte de la herrumbre?
  - ¿Ese tipo de cambio químico es común? ¿Dónde lo has visto?
  - ¿Por qué crees que este proceso se llama oxidación?
- Lee el siguiente texto y contesta:



Sostenibilidad

En la atmósfera ocurren multitud de reacciones redox, muchas de las cuales son producto de la actividad de los seres vivos (por ejemplo, las bacterias) o de la dinámica terrestre (por ejemplo, la actividad volcánica y los rayos). Esto ocasiona que, en un ambiente limpio, la lluvia sea ligeramente ácida debido a los compuestos que de forma natural se encuentran en la atmósfera (por ejemplo, el dióxido de carbono,  $\text{CO}_2$ ) y que reaccionan con el agua de lluvia. Así se forman ácidos débiles que originan un valor normal de pH de 5.0 a 5.6 en el agua de lluvia.

Por desgracia y debido principalmente a la quema de combustibles, se lanzan a la atmósfera gases de dióxido de azufre ( $\text{SO}_2$ ) y óxidos de nitrógeno ( $\text{NO}_x$ ), los cuales reaccionan químicamente con el vapor de agua y otras sustancias de la atmósfera. Se forman entonces dos ácidos: sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) y nítrico ( $\text{HNO}_3$ ), los cuales son tan fuertes que cuando caen a la superficie mezclados con el agua de lluvia, producen en ésta una disminución en el pH por debajo de 5.0. Así se origina el fenómeno conocido como lluvia ácida (figura 4.38).

Tales reacciones ocurren a lo largo de muchas horas o incluso días, por lo que el viento puede acarrear esos contaminantes cientos de kilómetros antes de que caigan en forma líquida, ya sea como lluvia, niebla,

nieve o granizo (depósito húmedo), o en forma de partículas y polvo (depósito seco) que se adhieren a las superficies. La lluvia ácida –o depósito ácido– es, por tanto, consecuencia directa de los procesos de autolimpieza de la atmósfera.

Adaptado de: Gallardo Torres, Alfredo y Lilia García Galván, "Lluvia ácida", Secretaría del Medio Ambiente. Dirección General de Prevención y Control de la Contaminación, Red Automática de Monitoreo Atmosférico, RAMA.

- Con base en la información anterior, ¿crees que sólo los metales pueden oxidarse? ¿Por qué?
- Menciona qué óxidos de no metales están presentes en la atmósfera.
- Representa con ecuaciones la formación del dióxido de nitrógeno y dióxido de azufre.
- ¿Qué repercusiones en el medio ambiente tiene el hecho de que una sustancia tarde días en reaccionar en la atmósfera?
- El diésel contiene azufre, pero es posible fabricarlo con baja concentración de este elemento. ¿Por qué crees que es mejor el diésel de ultrabajo azufre (UBA)?
- ¿Qué pasaría si la concentración de óxidos producidos por la quema de combustibles se elevara excesivamente en la atmósfera?
- ¿Qué medidas puedes sugerir para evitar la emisión excesiva de óxidos hacia la atmósfera?
- Explica, en términos químicos, por qué se llama "lluvia ácida".
- De qué manera puedes contribuir a disminuir la formación de los óxidos causantes de la lluvia ácida. ◀

### La industrialización y el cambio en el ambiente

La Revolución industrial de finales del siglo xviii y mediados del siglo xix en Inglaterra, fue impulsada por el invento de la máquina de vapor (figura 4.39). Ésta produce movimiento a partir del vapor, que se origina al calentar agua con el calor que se genera por la oxidación (combustión) de carbón:



Actualmente, además de carbón utilizamos mezclas de hidrocarburos como combustible (gasolina, diésel y turbosina, entre otros). Estas mezclas suelen tener cantidades moderadas de otros no metales, principalmente azufre y nitrógeno, que también se oxidan durante la combustión, formando los óxidos que se mencionan en la lectura. A diferencia de los óxidos metálicos, que son sólidos iónicos, los óxidos de los no metales forman moléculas covalentes polares.



### ¡ATENCIÓN!

Actualmente las fuentes de energía representan uno de los mayores retos de la humanidad, porque los recursos naturales son limitados y porque se debe reducir la contaminación que resulta después de utilizar algunos energéticos.



Figura 4.39 La máquina de vapor impulsó el desarrollo económico de muchos países de Europa Occidental y de Estados Unidos.

### Recuerda que...

El agua está formada por hidrógeno y oxígeno, por lo que podríamos llamarle "óxido de hidrógeno". Sin embargo, todos nos referimos a este compuesto por su nombre común.

A diferencia del carbono, la mayoría de los no metales son capaces de formar varios óxidos. El nitrógeno forma seis.

Aunque no se formen iones, decimos que al combinarse con oxígeno, los no metales se oxidan porque comparten sus electrones con un elemento más electronegativo, por lo que pierden más de lo que ganan. Aunque no aumenta su carga total, sí adquieren una carga parcial positiva. Una excepción a esta regla es el flúor, el único elemento más electronegativo que el oxígeno.

Como vimos en la secuencia 5, Lavoisier descubrió que la respiración es un proceso análogo a una combustión lenta, ya que el oxígeno que inhalamos reacciona con las sustancias de los alimentos que ingerimos. Ahora sabemos que en nuestro metabolismo se llevan a cabo numerosas **reacciones redox** que liberan energía.



### Reacción redox y el aire que respiramos

Realizarás un experimento con una reacción redox que involucra al oxígeno del aire.

#### Material

Guantes	250 ml de agua
Lentes de seguridad que cubran por completo los ojos	Cuatro gotas de azul de metileno (pueden conseguirlo en donde vendan peces para acuario)
Bata	Un frasco grande de vidrio de boca ancha con tapa
Una cucharada de miel de abeja	
20 lentejas de hidróxido de sodio o sosa cáustica (o 20 ml de destapa-caños)	

#### Procedimiento

1. Pongan el agua en el frasco, agreguen la miel y agiten hasta que se disuelva. Agreguen el hidróxido de sodio (figura 4.40) y agiten con cuidado hasta disolverlo. Pongan dos gotas de azul de metileno y mezclen. ¿Cuál es el color de la disolución?
2. Esperen dos o tres minutos. ¿De qué color es ahora la disolución?
3. Con el frasco aún tapado, agiten vigorosamente. ¿Qué pasa ahora con el color de la disolución?
4. Esperen otros dos minutos y observen de nuevo lo que pasa con el color. ¿Por qué creen que la disolución cambia de color al agitarla o dejarla reposar?

#### Resultados y conclusiones

El azul de metileno es una sustancia que puede oxidarse. Cuando se encuentra sin oxidar es incoloro.

#### Recuerda que...

Como vimos en la secuencia 5, Lavoisier explicó el papel del oxígeno en las reacciones de oxidación.



**Figura 4.40** Siempre que utilices sosa o destapacaños, usa protección para tus ojos y manos. Si te caen sobre la ropa, retira ésta, y si te caen directamente en la piel, lávate por lo menos durante 15 minutos a chorro de agua.

1. Con base en lo que observaron, ¿cuándo creen que esa sustancia se encuentra oxidada: antes o después de agitar?
2. ¿Por qué cambia de color la disolución al agitarla? ¿Por qué pierde su color?
3. Conforme a lo que acaban de observar, ¿creen que es posible *desoxidar* (volver a reducir) las sustancias que ya fueron oxidadas? Expliquen su respuesta.
4. Expliquen qué sucedería si se hubiera utilizado agua mineral (que contiene mayormente  $\text{CO}_2$  disuelto) en lugar de agua de la llave. ◀

¿Por qué, si se deja de agitar, el azul de metileno pierde su color? Generalmente, se encuentra en su forma oxidada; al agregarlo en el frasco con la disolución de hidróxido de sodio y glucosa cambia de color porque se reduce. Si el frasco se agita vigorosamente, las moléculas de la disolución reaccionan con el oxígeno que se disuelve en el agua y el azul de metileno regresa a su forma oxidada. Esta reacción sucederá varias veces hasta que se termine el oxígeno que hay dentro del frasco y el azul de metileno reducido ya no tenga con qué reaccionar. ¿Qué pasaría si no hubiera glucosa en la botella? Y ¿si llenan mucho la botella?

La reacción entre la glucosa y el azul de metileno es posible porque la sosa permite tener un pH con el que la reacción ocurre más rápidamente, pero no participa en ella. A estos materiales se les conoce como **catalizadores**. ¿Qué pasaría si sólo hubieras puesto la glucosa y el azul de metileno?

Aunque el oxígeno es muy poco soluble en el agua, el hecho de que se disuelva hace posible esta reacción y que algunos metales se oxiden dentro del agua... y lo más importante, gracias a esto es posible la vida marina, ya que los peces y muchas otras especies acuáticas obtienen energía a partir de la respiración aerobia (figura 4.41).

#### ¡Aplica!

1. Con clavos, frascos, agua (hervida y aireada), aceite y alambre de cobre diseñen experimentos en los que hagan evidente qué condiciones son importantes para que ocurra una oxidación.
  - a) Prueben cada variable de diferentes modos, por ejemplo, clavos secos, clavos con agua a la mitad y clavos sumergidos totalmente, entre otros.
  - b) Consideren observaciones diarias durante una semana.
2. Otra forma de evitar la oxidación es poner un metal que se oxide más fácilmente en contacto con el que se desea proteger. A esto se le llama protección con "ánodo de sacrificio". Expliquen qué le sucede al metal protegido y al metal sacrificado.
3. Expliquen por qué es tan malo tirar el aceite comestible usado, la grasa y los aceites automotores al drenaje. Consideren la necesidad de oxígeno de la vida acuática.
4. Elaboren un cartel donde presenten los resultados de sus investigaciones, acompañenlo con dibujos en los que representen lo que sucede. ◀

#### Recuerda que...

La sosa y el destapacaños son materiales alcalinos. Usen vinagre para ajustar el pH hasta 7 (pueden usar su indicador de col morada). Cuando lo hayan hecho, pueden echar el líquido directamente al drenaje.



**Figura 4.41** El oxígeno disuelto en agua es clave para la vida acuática, de manera que si se utilizara agua sin oxígeno disuelto en un acuario los peces literalmente se "ahogarían".



## Número de oxidación

Es común encontrar en botiquines médicos un producto llamado agua oxigenada o peróxido de hidrógeno, que se usa para desinfectar heridas. Al aplicarlo es posible ver burbujas (figura 4.42). Otro producto que utilizamos para desinfectar es el "yodo", que en realidad es una solución de una sustancia llamada iodopovidona. ¿Qué es el agua oxigenada y qué es lo que burbujea cuando la aplicamos en una herida? ¿Qué es la iodopovidona? ¿Por qué se utilizan para desinfectar?

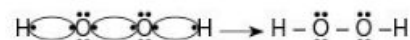
En la secuencia didáctica anterior, vimos que las reacciones en las que hay una transferencia total o parcial de electrones reciben el nombre de reacciones de óxido-reducción o reacciones redox. El oxígeno molecular presenta este tipo de reacciones de formación de óxidos con casi todos los elementos. Al óxido que se forma entre el hidrógeno y el oxígeno, le llamamos agua. La reacción de oxidación del hidrógeno para producir agua es la siguiente:



En esta reacción, el hidrógeno se oxida y el oxígeno se reduce. El producto comercial que conocemos como agua oxigenada es una disolución de peróxido de hidrógeno ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ). Se le conoce así porque se forma al burbujear oxígeno en agua, con la presencia de un **catalizador**. La reacción es la siguiente:



Así, tenemos al oxígeno en tres moléculas diferentes: oxígeno molecular, agua y peróxido de hidrógeno. Para formar el agua, el oxígeno molecular se reduce, ya que comparte un electrón con cada átomo de hidrógeno y, por ser más electronegativo, gana este electrón en mayor medida de lo que pierde el suyo. ¿Qué pasa en el peróxido de hidrógeno? Veamos la reacción de formación a partir de átomos independientes con estructuras de Lewis:



En este caso, cada átomo de oxígeno acepta sólo un electrón de un átomo de hidrógeno. Por lo anterior, decimos que el oxígeno en el peróxido de hidrógeno está menos reducido de lo que está en el agua.

Muchos elementos pueden oxidarse o reducirse en diferentes grados. Al reaccionar con el cloro, el hierro puede formar dos compuestos iónicos (figura 4.43): el cloruro férrico ( $\text{FeCl}_3$ ) y el cloruro ferroso ( $\text{FeCl}_2$ ):

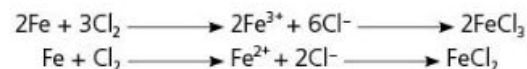


Figura 4.42 Al aplicarnos el agua oxigenada en una herida, ésta reacciona convirtiéndose en agua y oxígeno y por ello aparecen las burbujas. Este oxígeno concentrado mata virus y bacterias al oxidar diversos componentes celulares.

**Recuerda que...**  
Un catalizador es una sustancia que aumenta la velocidad de una reacción sin formar parte de los reactivos o los productos.



Figura 4.43 Existen diferentes grados de oxidación del hierro.

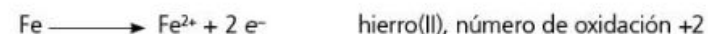
En el cloruro férrico, el hierro adquiere una carga +3; en el cloruro ferroso su carga es +2. En ambos casos, el hierro se ha oxidado frente al cloro, pero lo ha hecho en diferente medida. En el primer caso, perdió 3 electrones y en el segundo 2. Nuevamente vemos que un mismo elemento puede oxidarse o reducirse en diferentes grados. ¿Cómo podemos medir el grado de oxidación o de reducción de un elemento (figura 4.43)?

### Semirreacciones

Una manera de indicar el grado de oxidación es diciendo cuántos electrones ha ganado o perdido un átomo. En el caso de los iones monoatómicos (formados por un solo átomo) este número coincide con la carga del ion, por lo que le llamaremos **número de oxidación**, y se suele indicar entre paréntesis y con números romanos. En la formación del cloruro férrico el hierro pierde tres electrones:



y en el caso del cloruro ferroso pierde dos electrones:



En ambos casos, cada átomo de cloro gana un electrón:



En cada una de estas ecuaciones se representa lo que le pasó a un elemento. Las dos primeras representan las oxidaciones del hierro para producir hierro(III) y hierro(II) y la tercera representa la reducción del cloro. A estas ecuaciones se les llama **semirreacciones**, ya que cada una de ellas representa la mitad del proceso de óxido-reducción (figura 4.44). Las dos primeras son semirreacciones de oxidación y la tercera es una semirreacción de reducción.

Tanto en los procesos químicos a escala industrial, como en la escala de los átomos y las moléculas, la materia (y la carga) se conserva, por ello, los electrones que se ceden en total por los átomos del elemento que se oxida son tomados en total por los átomos del elemento que se reduce. Para obtener la ecuación correspondiente a la reacción completa basta con sumar la semirreacción de oxidación y la de reducción:

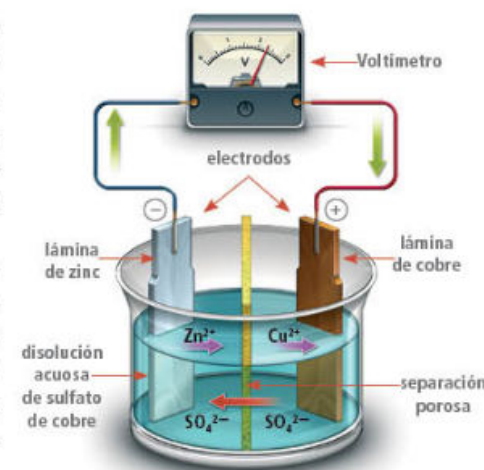
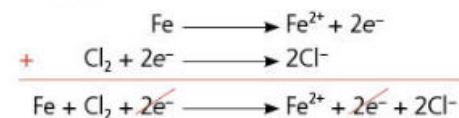
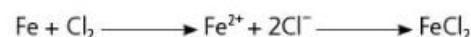


Figura 4.44 En una pila de Daniell la semirreacción de oxidación es cuando el  $\text{Zn}^0$  pasa a  $\text{Zn}^{2+}$ . La semirreacción de reducción es la del cobre:  $\text{Cu}^{2+}$  pasa a  $\text{Cu}^0$ .

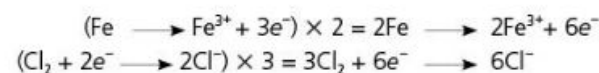
Como los electrones que gana el cloro y los que pierde el hierro son los mismos, los podemos eliminar en ambos lados de la ecuación, por lo que queda:



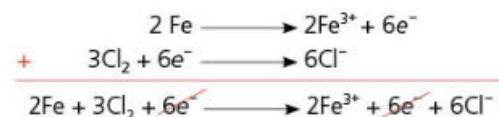
El caso del óxido férrico es un poco más complicado:



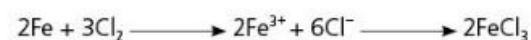
Antes de sumar las semirreacciones, debemos asegurarnos de que los electrones que se ganan y los que se pierden estén en la misma cantidad, ya que los electrones que gana el cloro son justamente los que le cede el hierro. Para ello, podemos multiplicar la reacción de oxidación por dos y la de reducción por tres:



Ahora que se ha igualado el número de electrones en ambas semirreacciones, las podemos sumar:



Otra vez, se eliminan los electrones y ya se puede escribir la ecuación completa:



Las reacciones de óxido-reducción son muy importantes industrialmente, por lo que se considera que cualquier persona debería saber cómo **balancear estas ecuaciones**. En los ejercicios anteriores, fue lo que se hizo de manera sencilla considerando los números de oxidación.



### Semirreacciones

Utilizarás las semirreacciones de oxidación y reducción para balancear la ecuación química del nitrato de magnesio, con ayuda de los números de oxidación.



1. Escribe la semirreacción de oxidación del magnesio. En el nitrato de magnesio, el magnesio tiene número de oxidación 2, Mg(II). Recuerda que en esta ecuación el reactivo es el magnesio neutro y los productos son  $\text{Mg}^{2+}$  y los electrones que perdió el magnesio neutro.
2. Ahora escribe la semirreacción de reducción del nitrógeno. En el nitrato de magnesio, el nitrógeno tiene un número de oxidación -3, N(-III). En los reactivos, debe aparecer

#### GLOSARIO

**Ecuación balanceada.** Es aquella ecuación que está escrita correctamente, considerando las sustancias que reaccionan, sus átomos, moléculas y fórmulas.

#### Recuerda que...

De acuerdo con la IUPAC, los números de oxidación se representan como números romanos, positivos o negativos, o cero, por ejemplo: oxígeno(-II), O(-II), hierro(III), Fe(III), Zn(0), dependiendo si se escriben dentro de un texto o dentro de una ecuación química.

el nitrógeno molecular y los electrones que ganarán estos dos átomos para obtener la carga -3, que es como deben aparecer en los productos ( $\text{N}^{3-}$ ).

3. Ahora observa el número de electrones en cada semirreacción. ¿Es posible multiplicar una de las semirreacciones por un número y lograr así que el número de electrones se iguale con el de la otra semirreacción? ¿Qué número es?
4. Multiplica la semirreacción por el número y suma la ecuación resultante con la otra semirreacción.
5. El número de electrones en ambos lados de la ecuación debe ser el mismo, por lo que se pueden eliminar.
6. Escribe la ecuación ya balanceada. Puedes agrupar los iones magnesio y nitrato para formar el nitrato de magnesio.
7. Realiza el mismo procedimiento para escribir la ecuación completa y balanceada de la formación del óxido de potasio ( $\text{K}_2\text{O}$ ), a partir de potasio y oxígeno molecular. El número de oxidación del potasio es +1 y el del oxígeno es -2. ◀

Es fácil saber el número de oxidación de los iones monoatómicos, pues corresponde a su carga, o sea, al número de electrones que debe aceptar o ceder un átomo neutro para formar el ion. Pero, ¿qué pasa con los compuestos covalentes como el agua o el peróxido de hidrógeno? En ellos los átomos no tienen carga, por lo que debemos encontrar otra manera de determinar el número de oxidación.

En vez de considerar del número de electrones que ha ganado o perdido por completo, podemos decir que el número de oxidación corresponde al número de electrones que un átomo ha ganado o cedido parcialmente en sus enlaces covalentes. Analicemos el caso del cloruro de hidrógeno:



Como el cloro es más electronegativo que el hidrógeno, podemos considerar que el hidrógeno pierde parcialmente su electrón y al hacerlo se oxida y forma hidrógeno (I). Por su parte, el cloro gana parcialmente este electrón y se reduce a cloro (-I). En el agua, cada hidrógeno cede parcialmente su electrón al oxígeno, por lo que su número de oxidación es +1 y se trata de hidrógeno (I), igual que en el cloruro de hidrógeno. Por su parte el oxígeno gana parcialmente un electrón a cada hidrógeno, por lo que en total gana dos electrones y su número de oxidación es -2, es decir, oxígeno (-II).



### Agua oxigenada y número de oxidación

Determinarás el número de oxidación del oxígeno en el agua oxigenada.

1. Escribe la estructura de Lewis del peróxido de hidrógeno.
2. ¿Si decimos que un átomo gana electrones a otro si es más electronegativo que éste, crees que en un enlace O-O alguno de los 2 átomos gane electrones al otro?
3. ¿Cuántos electrones gana parcialmente cada átomo de oxígeno a uno de hidrógeno?
4. ¿Cuál es el número de oxidación del oxígeno en el peróxido de hidrógeno? ◀



Además de lo anterior, puedes utilizar algunas reglas para asignar números de oxidación:

1. El número de oxidación de un elemento es cero.
2. La suma de los números de oxidación (positivos y negativos) en un compuesto es cero.
3. El oxígeno tiene número de oxidación  $-2$  excepto en peróxidos donde es  $-1$ .
4. El hidrógeno tiene número de oxidación  $+1$  excepto si se combina con metales, donde es  $-1$ .
5. Los elementos del grupo 1 y 2 tienen número de oxidación correspondiente a su grupo. Los elementos del grupo 17 tienen número de oxidación  $-1$  (cuando no están combinados con el oxígeno).



### Número de oxidación versus estructuras de Lewis

Asignarás números de oxidación sin utilizar estructuras de Lewis.

1. Asigna el número de oxidación al cloro en los siguientes óxidos, tomando en cuenta que, en todos los casos, el oxígeno tiene número de oxidación  $-2$  y que al tratarse de moléculas neutras, la suma de los números de oxidación debe ser cero:  $\text{Cl}_2\text{O}$ ,  $\text{Cl}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Cl}_2\text{O}_5$  y  $\text{Cl}_2\text{O}_7$ . ¿Estos números de oxidación coinciden con los que se presentan en la tabla anterior?
2. Ahora inténtalo utilizando estructuras de Lewis.
3. ¿Te parece útil este nuevo método para establecer números de oxidación? ◀

### Algunas reacciones importantes de óxido-reducción

Las reacciones de óxido-reducción son muy comunes, tanto en la naturaleza como en las actividades humanas. El proceso de respiración utiliza el oxígeno de la atmósfera y produce dióxido de carbono, pero ¿de dónde sale el oxígeno que hay en la atmósfera? Por otro lado, la acumulación de dióxido de carbono en la atmósfera ocasiona lluvia ácida y calentamiento global. Sin embargo, hay un mecanismo que recupera el dióxido de carbono del ambiente y produce oxígeno, la **fotosíntesis**.



En la fotosíntesis se requiere dióxido de carbono y agua para producir glucosa, utilizando la energía proveniente de la luz del Sol (figura 4.47). Las moléculas de glucosa, al oxidarse, regresan la energía que se obtuvo del Sol para formarlas. La respiración y la fotosíntesis son procesos contrarios (observa el doble sentido en la flecha que describe las reacciones) pero complementarios en la naturaleza y, gracias a esto, la energía del Sol llega hasta nosotros a través de la oxidación de la glucosa, al formar los enlaces del vapor de agua y del dióxido de carbono.

#### Recuerda que...

La respiración es un proceso en el cual obtenemos energía a partir de las reacciones de oxidación de los alimentos que consumimos, como la glucosa.



Figura 4.47 Los depósitos de hierro bandeado son óxido férrico que se formó cuando algunos organismos empezaron a producir oxígeno en el océano, hace unos 1800 millones de años.

Otro proceso natural, que afecta a todo el mundo, es la **corrosión**, que es la oxidación de metales (principalmente hierro) con el oxígeno atmosférico. El proceso de oxidación del hierro es una reacción química entre el metal y el oxígeno en la cual se forma óxido férrico. El proceso se representa así:



El hierro es un material usado para fabricar gran cantidad de objetos, gracias a sus propiedades de dureza y maleabilidad (figura 4.48). Dado que es un metal abundante en la Tierra, se extrae y utiliza desde hace más de 3000 años. Sin embargo, al exponerse al aire y sobre todo en condiciones de humedad, sufre grandes deterioros y genera lo que se conoce como herrumbre (óxido férrico), compuesto que no tiene las propiedades metálicas por las cuales es tan utilizado el hierro.

La oxidación del hierro provoca pérdidas millonarias en todo el mundo por el daño en estructuras y herramientas.

### Reacciones sencillas de óxido-reducción en la vida diaria

La oxidación es más común de lo que crees, pues muchos otros metales se oxidan con facilidad. Quizá encuentres cerca de donde vives algunos monumentos o estatuas construidas con bronce; si los observas con detenimiento, notarás una coloración verdosa: es la consecuencia del proceso de oxidación.

El proceso opuesto, la reducción de iones metálicos al metal (con número de oxidación cero), es muy utilizado en la industria para extraer metales, ya que en la mayoría de los yacimientos mineros, éstos se encuentran oxidados y formando compuestos iónicos (figura 4.49). El galvanizado es un proceso en el cual se reduce zinc sobre una superficie de otro metal para formar una capa protectora, ya que el zinc se oxida primero y su óxido forma una capa que protege al otro metal del oxígeno del ambiente.

En las ciudades, la corrosión constituye uno de los principales problemas para mantener en buenas condiciones los grandes monumentos de bronce. Sin embargo, lo que pocos saben, es que la formación de una capa de óxido metálico también puede ayudar a proteger los monumentos de otros agentes destructivos. Gracias a la química, es ahora posible desarrollar técnicas para evitar esos daños (figura 4.50).



Figura 4.48 El hierro se ha utilizado desde la antigüedad para fabricar toda clase de utensilios y estructuras. Al oxidarse deja de ser útil, por lo que se estima que alrededor de 20% de la producción anual de hierro en todo el mundo se usa sólo para sustituir productos de hierro oxidados.



Figura 4.49 La mina de cobre de Cananea, Sonora, es el centro minero más importante de México.



Figura 4.50 La Torre Eiffel recibe una capa de pintura cada siete años para protegerla de la corrosión.

Entonces, ¿es benéfico o perjudicial vivir en una atmósfera que tiene cerca de 21% de oxígeno? Esta capacidad oxidante de la atmósfera nos permite obtener energía de los alimentos, no obstante el oxígeno también nos hace daño, al oxidar en nuestro cuerpo los lípidos y nuestro material genético, por eso ahora son tan socorridos los alimentos con **antioxidantes**. Por fortuna estamos adaptados a ello y contamos con mecanismos para prevenir y reparar este daño.

Las bacterias también son sensibles al oxígeno, especialmente aquellas que no lo utilizan como parte de su metabolismo, a las que llamamos anaerobias.

Al aplicar peróxido de hidrógeno sobre una herida, nuestros tejidos provocan una reacción en la cual esta sustancia se descompone en agua y oxígeno (por eso burbujea). Este oxígeno, altamente concentrado, es capaz de matar bacterias, virus, hongos y sus esporas, oxidando sus lípidos, proteínas y material genético, lo que lo hace un antiséptico muy potente. Sin embargo, también daña nuestras células, por lo que puede retrasar el proceso de sanado y dejar cicatrices.

El yodo también es capaz de oxidar diversos componentes celulares y actualmente se le considera un antiséptico más efectivo y menos dañino para nuestros tejidos que el peróxido de hidrógeno (figura 4.51). Su semirreacción de reducción es:



Durante esta secuencia aprendiste que los átomos de los elementos pueden ganar o perder electrones, y la cantidad ganada o perdida está relacionada con su grupo en la tabla periódica. También aprendiste a identificar la cantidad de electrones ganados o perdidos en una reacción química por medio del número de oxidación.

### ¡Aplica!

Aplicarás lo aprendido en esta secuencia y comprobarás los efectos de la oxidación.

#### Material

Cuatro clavos grandes y recién lijados  
100 ml de "cloro" o blanqueador  
Un recipiente pequeño de plástico  
Esmalte para uñas  
Alambre de cobre  
Cinta de magnesio



**Figura 4.51** El yodo es muy poco soluble en agua, por lo que se utiliza un polímero, la iodopovidona, para transportarlo en disoluciones y espumas de diferentes concentraciones, según el lugar donde se vayan a aplicar.

#### ¡ATENCIÓN!

Para evitar la corrosión, al término de la actividad recuperen los clavos, límpienlos y séquenlos. Al líquido, agréguele jugo de col y de acuerdo con el carácter de base o ácido que tenga, utilicen vinagre o bicarbonato para neutralizarlo. Una vez que esté neutro pueden desecharlo en el drenaje.

#### Recuerda que...

Si sumas las semirreacciones de oxidación y reducción, deberás agregarlas al final para obtener la ecuación completa, teniendo cuidado de agregar la misma cantidad de átomos de cada uno de ellos en ambos lados de la reacción, para que permanezca balanceada.

#### Procedimiento

1. Apliquen el esmalte de uñas a uno de los clavos; procuren cubrir toda la superficie. Esperen a que seque. A otro enróllenle cinta de magnesio y a un tercero enróllenle alambre de cobre.
2. Viertan el cloro en el recipiente de plástico y sumerjan los cuatro clavos. Déjenlos reposar 10 minutos. Mientras esperan contesten: ¿qué esperan que le suceda a cada clavo? ¿Cuál esperan que se oxide más? ¿Qué esperan que les suceda al magnesio y al cobre?
3. Retiren los clavos del cloro y séquenlos. Compárenlos.
  - a) ¿En qué caso hubo cambios más notables?, ¿en qué consisten?
  - b) ¿Cuál fue el papel del esmalte de uñas?
  - c) ¿Qué le sucedió al clavo con el alambre de cobre? ¿Qué le pasó al cobre?
  - d) ¿Qué le sucedió al clavo con el magnesio? ¿Qué le pasó al magnesio?
  - e) Escribe la semirreacción de:
    - oxidación del hierro
    - oxidación del magnesio
    - reducción del cloro(I) a cloro(-I)
  - f) ¿Qué sucedió a los clavos sin esmalte? ¿Sabes qué compuesto se formó en la superficie?

#### Resultados y conclusiones

1. ¿Qué le sucedió al clavo cubierto por el esmalte?
2. ¿Cómo explicas la diferencia entre los clavos?
3. ¿Cómo utilizarías lo que has aprendido para proteger una bicicleta que estuviera expuesta en la azotea?
4. Discutan en grupo sus resultados y con ayuda de su maestro escriban una conclusión. ◀

El "cloro" o blanqueador comercial es en realidad una disolución de hipoclorito de sodio (NaClO) que, al interactuar con el hierro (Fe) en ciertas condiciones y tras una serie de reacciones, produce:



El óxido férrico o herrumbre (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) es el polvo café que seguramente has observado muchas veces en objetos oxidados de hierro. Esta reacción es un poco complicada, pues los electrones que pierde el hierro (Fe) al oxidarse reducen al cloro del hipoclorito de sodio (NaClO), que tiene número de oxidación +1. El hierro en el óxido férrico [también óxido de hierro(III)] que se forma, se une al oxígeno (-2) del hipoclorito para formar al óxido.

#### Recuerda que...

Algunas reacciones de óxido-reducción pueden ser muy complejas. En el hipoclorito de sodio el Na<sup>+</sup> y el O<sup>2-</sup> no se oxidan ni se reducen, por lo que no aparecen en la semirreacción que escribiste.

## Presentación

A lo largo de los tres bloques anteriores desarrollaste varias habilidades que te pueden ayudar a trabajar con mayor autonomía, responsabilidad y profundidad tus nuevos proyectos. Estas habilidades parten de la forma en que eliges el tema de tu proyecto.

En este texto, te sugerimos partir de una pregunta usando el método descrito en los proyectos anteriores. Otra habilidad que has desarrollado es la de ser cada vez más autónomo en la elaboración de tu plan de trabajo, para lo cual te hemos sugerido la asesoría de tu maestro y el uso de una pequeña tabla como organizador y cronograma (figura 4.52).

En cada uno de los bloques anteriores, también te sugerimos darle énfasis a distintos aspectos de un proyecto, como son:

1. La elaboración de un dispositivo o aparato
2. El diseño de experimentos
3. La investigación documental

El uso de la información que has adquirido, por cualquiera de estas tres vías, te ha permitido desarrollar tus proyectos con diferentes enfoques. Por último, te hemos propuesto diferentes formas de dar a conocer tu proyecto y de evaluar tu desempeño en él.

Todas estas habilidades te servirán para desarrollar el presente proyecto, en el que tendrás más libertad de utilizar todo lo que has aprendido de la forma que consideres más adecuada. Te invitamos a que revises los proyectos pasados y consideres el tipo de proyecto que deseas hacer en este bloque.

## Síntesis del bloque

En el bloque anterior, viste cómo puedes regular tu dieta con base en el **aporte calórico de los alimentos** que consumes y de tus características personales: edad y la actividad física que realizas. En este bloque, viste que también es importante tomar en cuenta otro aspecto en tu dieta diaria: la acidez.

Estudiaste la obtención de nuevos materiales a partir de las propiedades de los ácidos y las bases. Profundizaste en el estudio de estos tipos de sustancias a partir del modelo desarrollado por **Svante Arrhenius**, enfatizando sus alcances y limitaciones. Gracias a este estudio, te es posible tomar decisiones en pro de tu salud si consumes alimentos ácidos y si haces uso de antiácidos para **neutralizar la acidez**.



Figura 4.52 Es recomendable llevar a cabo reuniones para planear los proyectos en equipo.

Adicionalmente, realizaste exploraciones que te permitieron conocer el grado de acidez o basicidad en muchas sustancias o materiales de uso cotidiano: varios alimentos, limpiadores y algunos medicamentos.

Además de las reacciones ácido-base, estudiaste reacciones de óxido y reducción. En estas reacciones identificaste el cambio químico en algunos de los procesos de oxidación y reducción a partir de situaciones experimentales y de la observación de situaciones en tu entorno. Realizaste la formalización de este proceso a partir de la construcción del concepto de **número de oxidación** de algunos elementos y su relación con su ubicación en la tabla periódica.

Analizaste los procesos de transferencia de electrones en algunas reacciones de **óxido-reducción** en algunos experimentos, con lo que puedes entender este proceso en algunas situaciones de la vida diaria y en la industria.

## Algunas preguntas acerca de la formación de nuevos materiales

### ¿Cómo evitar la corrosión?

El mundo moderno está repleto de materiales diseñados por el ser humano y que tienen distintos usos según sus propiedades físicas. Hay materiales plásticos, cerámicos y otros mucho más sofisticados, no obstante, algunos de los primeros materiales que utilizó el hombre aún siguen vigentes: los metales. Éstos se usan en el cableado eléctrico, en las tuberías de agua, en las estructuras de las construcciones, en los automóviles, los trenes y los aviones, también en utensilios de cocina, motores, diversidad de tipos de herramientas y en muchas otras aplicaciones.

Seguimos utilizando los metales porque son relativamente baratos y durables. Sin embargo, los metales se deterioran con el tiempo. Su descomposición, proceso al cual le llamamos "corrosión", incluye la pérdida de sus propiedades. Cada año los gobiernos, las empresas y las personas invierten mucho dinero en reemplazar piezas metálicas deterioradas.

La humedad y la salinidad son factores que favorecen la corrosión, por lo que ésta es mayor en las zonas costeras. En este tipo de ambientes húmedos la corrosión de ventanas, barcos y automóviles es rápida y se tiene que invertir mucho dinero en proteger o reemplazar estas piezas (figura 4.53).

La temperatura también favorece la corrosión, por lo que las calderas y calentadores de agua siempre tienen que ser protegidos contra ella. Si pudiéramos evitar la degradación de los metales, nos ahorraríamos miles de millones de pesos, que se podrían utilizar para otros fines.

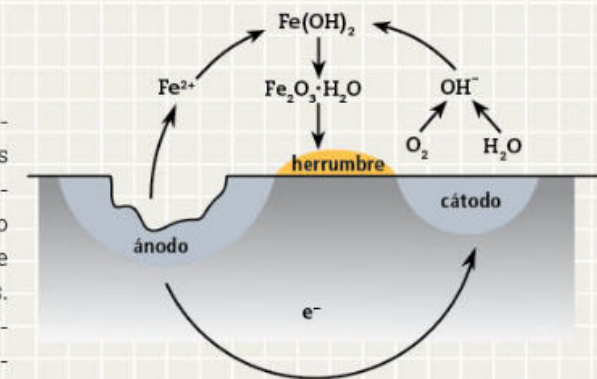


Figura 4.53 La corrosión es un proceso de oxidación, en el cual el metal se oxida y el oxígeno del aire se reduce.



### ¿Cuál es el impacto de los combustibles y posibles alternativas de solución?

La energía es una capacidad de los cuerpos o sistemas para producir movimiento sobre otros cuerpos o sistemas, como resultado de transformarse o modificar su estado o posición. Hoy en día contamos con diferentes medios para producir la energía que usamos en nuestras actividades cotidianas, sin embargo en el pasado no fue así. Hace milenios, el ser humano disponía sólo de la energía de su cuerpo para buscar alimentos, trasladarse, reproducirse, protegerse de los peligros y fabricar herramientas. Luego, el dominio del fuego le permitió aprovechar la energía liberada para cocinar, calentarse e iluminarse por las noches (figura 4.54).



Figura 4.54 La utilización de leña y carbón como fuente de energía y los metales como medio de transferencia de calor ha facilitado la preparación de alimentos.

Sostenibilidad

Con el paso de los siglos, la evolución social del ser humano ha estado acompañada del aprovechamiento de otras energías, como la del viento y la del agua de los ríos a través de molinos, enriqueciendo la producción agrícola.

Posteriormente, se empleó el carbón como fuente de energía, facilitando el uso de nuevos materiales como el hierro, material muy importante desde la antigüedad. Con las mejoras a los desarrollos científicos del siglo XVIII, se dio inicio a la primera Revolución Industrial, en la que las máquinas comenzaron a realizar el trabajo que hacían los hombres y a ampliar sus alcances.

Debido a las nuevas necesidades generadas por los grandes cambios sociales, las investigaciones llevaron al uso de nuevos combustibles fósiles, como el gas natural y los derivados del petróleo. Estos combustibles, junto con la electricidad, son las fuentes de energía que mueven al mundo en la actualidad (figura 4.55).

¿Será posible que el uso de estos combustibles haya impactado en el medio ambiente? ¿Qué alternativas de solución tenemos para la generación de energía, sin seguir dañando el ambiente?



Figura 4.55 Existen varios tipos de calentadores solares de agua para uso doméstico que se usan como alternativa a la quema de combustibles fósiles.

## Mi proyecto

La pregunta inicial de la que partas para desarrollar tu proyecto te permitirá determinar si se trata de un proyecto ciudadano, tecnológico o científico. Además, dependiendo del tipo de pregunta, será la profundidad o enfoque de tu investigación. Con la experiencia que tienes ahora, debe resultarte un poco más fácil definir qué tipo de pregunta te conviene plantear.

En esta ocasión, deberás ser tú quien escriba la frase inicial y para ello deberás pensar primero qué parte de los contenidos quieres abordar con mayor profundidad. Revisa los contenidos del bloque para que recuerdes todo lo que estudiaste. Puede tratarse de la importancia de los ácidos y las bases en la vida cotidiana y en la industria, la importancia de las reacciones de óxido-reducción y la relación de los alimentos con la acidez. Para cada uno de los temas es necesario especificar aún más.

Reúnanse en equipo y cada uno de ustedes escriba una frase, luego lean todas y elijan la que más les guste. Busquen una forma equitativa y justa de elección de la frase (figura 4.56). Una vez hecha la elección, escríbala a continuación.

Después de este paso, como les sugerimos en el proyecto del Bloque 2, pueden hacer una **pregunta cerrada**. Recuerda algunos ejemplos de este tipo de preguntas: ¿Es conveniente encontrar formas de proteger contra la corrosión los materiales de construcción? o ¿se pueden desarrollar combustibles que no contaminen el ambiente? Asimismo, ahora sabes que también se puede plantear una **pregunta abierta**, por ejemplo: ¿cómo puede usarse el conocimiento de la química para generar nuevas fuentes de energía?

De las preguntas que se les hayan ocurrido, elijan en grupo las tres que consideren más importantes.

### ► Planeación

#### Elección de tema o pregunta

Escriban la pregunta que represente el tema que desarrollarán. Ahora, con base en ella, describan el tipo de proyecto que trabajarán y comenten por qué esa pregunta les permite hacerlo. Si prefieren otro tipo de proyecto, por ejemplo, si quieren hacer un dispositivo, cambien la pregunta de tal forma que les sea más adecuada.

#### Organización de actividades

1. ¿Qué necesitas saber para responder la pregunta? Escriban la información, dispositivos, experimentos o pruebas necesarias para lograr el objetivo de responder la pregunta (figura 4.57).
2. Recuerden planificar todo lo necesario con tiempo suficiente para que consigan lo que necesiten. No olviden asesorarse con su maestro.



Figura 4.56 Es más fácil discutir el proyecto elaborando una lista de las propuestas de los integrantes del equipo.



Figura 4.57 Es conveniente saber elegir las fuentes de donde obtendrán información.

3. ¿Cuál es la fuente de información? Escriban el tipo de información que usarán y cuál es la fuente adecuada para cada etapa del proyecto.
4. ¿Qué y cuándo lo harán? Al desarrollar este proyecto, deberán justificar por qué es necesario hacer la actividad. Por ejemplo, si van a investigar el efecto de los combustibles, pueden investigar todos los tipos que se usan y cuál es el efecto de cada uno de ellos en el medio ambiente, en función de sus propiedades químicas, con el fin de encontrar un argumento más sólido.
5. Les sugerimos organizar los datos en una tabla. Puede servirles de ejemplo la tabla 4.9.

Actividad	Responsable	Fecha de entrega

### ► Desarrollo

#### Desarrollar las actividades según el cronograma

Con la supervisión de su profesor, lleven a cabo cada una de las actividades planteadas en el cronograma. Es posible que se den cuenta de que faltaban o sobraban actividades, así que, si está justificado, hagan los ajustes necesarios.

Dependiendo de lo que realicen en su proyecto, les sugerimos que sigan las recomendaciones hechas en los proyectos de los bloques anteriores. Por ejemplo:

1. Diseño del experimento
2. Elaboración de la lista de material
3. Reparto de responsabilidades para conseguir el material
  - Si lo consideran necesario, pueden tomar fotografías o video.

Es muy importante que realicen cada una de las actividades según el cronograma. Posteriormente, escriban en su bitácora cómo esa actividad les ayuda en su proyecto; esto les será útil en el momento de hacer el análisis de información.

#### Análisis de información

Una vez terminadas las actividades háganse la pregunta:

*¿Se puede responder la pregunta inicial con lo obtenido en las actividades?*

Están a tiempo para corregir, así que si consideran que les hace falta más información, nuevos experimentos u otra cosa, tal vez puedan hacerlo todavía. Si consideran que no hay tiempo o que las actividades necesarias escapan a sus posibilidades, deberán reportarlo como parte de los resultados con la justificación correspondiente.

Usen los resultados de sus actividades para construir un esquema que dé cuenta de cómo llegaron a contestar la pregunta inicial. Asesórense con su maestro si lo consideran necesario.

### Resultados

Organicen los resultados de las actividades para que den respuesta a la pregunta inicial de forma congruente y constructiva. Si encontraron más de lo que buscaban, piensen en qué pregunta están respondiendo y organicen sus resultados según su nueva pregunta.

En esta etapa es momento de hacer inferencias, es decir, de atribuir una explicación lógica a un fenómeno o hecho que se observó.

### ► Comunicación

#### Elección de método de comunicación

Para este proyecto, les sugerimos que consideren las diferentes formas de comunicar sus resultados en función de sus intereses y los de todo su grupo.

Pueden incluir el esquema que muestran cómo realizaron su proyecto y por qué realizaron cada actividad, además de presentar los resultados por cada parte del proyecto (figura 4.58).

Pueden incluir un apartado sobre la importancia social de su investigación y cómo puede contribuir a solucionar algún problema en la actualidad.

### ► Evaluación

Te sugerimos que en tu cuaderno elabores un organizador como la tabla 4.10 y respondas el siguiente cuestionario.

1. En el desarrollo del proyecto, ¿qué conceptos del bloque aplicaste?
2. ¿Estaba bien justificada cada actividad del proyecto?
3. ¿Lograste las metas esperadas?
4. ¿Estás satisfecho con el desarrollo del proyecto? ¿Por qué?
5. ¿Respondiste la pregunta inicial?
6. ¿Qué crees que podrías mejorar?

Etapa	¿Cómo evalúas tu participación?	¿Cómo puedes mejorar?
Elección del tema		
Planeación		
Desarrollo		
Comunicación		

### ► Conclusión

Después de una sesión grupal en la que hayan compartido sus experiencias en este proyecto, escriban una conclusión grupal y otra individual. En esta ocasión pueden poner especial atención en cómo fue el diseño y desarrollo del proyecto.

1. ¿Cómo justificaron cada actividad del proyecto?
2. ¿Qué vínculos hay entre su proyecto y los contenidos del bloque?
3. ¿De qué manera refleja este proyecto su autonomía al aprender?
4. ¿Creen poder hacerlo solos en el Bloque 5?



Figura 4.58 La comunicación gráfica es una forma adecuada y accesible de exponer los resultados de un proyecto.

## Autoevaluación

Marca con una ✓ la opción que demuestre tus alcances correspondientes a los aprendizajes esperados, y responde la pregunta.

Aprendizaje esperado	¿Logré el aprendizaje?		¿Cómo puedo mejorar?
	Sí	No	
Identifico y explico las propiedades de ácidos y bases de uso cotidiano de acuerdo con el modelo de Arrhenius.			
Analizo los riesgos a la salud por el consumo de alimentos ácidos e identifico las sustancias que neutralizan la acidez estomacal.			
Identifico reacciones de óxido-reducción en la vida diaria y en la industria y relaciono el número de oxidación con su ubicación en la tabla periódica.			

Responde en tu cuaderno la siguiente pregunta: ¿Cómo puedo mejorar mi desempeño?

## Coevaluación

La siguiente tabla es para evaluar a tus compañeros de equipo. Para cada uno, usa una hoja en la que escribas su nombre y respondas sí o no a los indicadores propuestos. Anota qué le sugieres para mejorar. Es muy importante que seas objetivo, pues tus comentarios deben servir para que tus compañeros mejoren su desempeño.

Nombre de mi compañero \_\_\_\_\_

Indicador	Sí	No	Tú le recomiendas...
Escuchó con respeto y tolerancia las opiniones y sugerencias de los demás.			
Participó en la construcción de soluciones para organizar el trabajo de equipo.			
Cumplió oportunamente con las tareas y responsabilidades que le correspondieron.			
Participó en la solución no violenta de conflictos.			
Reconoció a la ciencia y tecnología como construcciones colectivas.			
Participó en un consumo responsable.			
Consideró en las actividades experimentales el manejo adecuado de residuos para el cuidado del ambiente.			

## Evaluación TIPO PISA

Realiza lo que se te pide.

El agua pura tiene un pH neutro, sin embargo el agua de lluvia de una región no contaminada es ligeramente ácida: alrededor de 5.5. La presencia de algunos contaminantes disminuyen el pH del agua de la lluvia llevándola incluso a 3.



Figura 4.59 La acidificación de los cuerpos de agua debe prevenirse.

- Pregunta 1.** Un lago solía estar lleno de vida (figura 4.59), pero aumentó la población de la ciudad aledaña en los últimos 10 años y comenzó a mostrar una alta tasa de mortandad de peces, aunque no hay desperdicios. ¿Por qué están muriendo los peces?
- La energía de la ciudad es nociva para la vida de los peces, por lo que han comenzado a morir.
  - Los residuos de los combustibles quemados por los autos se mezclan con el agua del lago.
  - La contaminación, producida por los combustibles que se usan en la ciudad (carbón y queroseno), genera lluvia ácida y cambia el pH del agua.
  - El cambio de temperatura, debido a la combustión de la gasolina de los autos es nocivo para la vida. Por eso no es recomendable el uso de automóviles cerca de lagos o ríos.

**Pregunta 2.** La lluvia ácida tiene ácido sulfúrico,  $H_2SO_4$ , donde el azufre se encuentra oxidado. Aunque hay fuentes naturales de dióxido de azufre, como las erupciones volcánicas, también es producido como resultado de la combustión del diésel y del combustóleo, pues contienen azufre. ¿En qué momento se oxida el azufre de estos combustibles?

- El azufre es no metal y en la combustión de la gasolina no hay agua, entonces no es cierto que en la combustión se produce el dióxido de azufre.

- El dióxido de azufre se produce cuando el azufre entra en contacto con la humedad del ambiente:



- La combustión es un tipo de oxidación y ahí se lleva a cabo la oxidación del azufre:  $S + O_2 \longrightarrow SO_2$ .
- El azufre se oxida en la refinación de las gasolinas. El azufre se quema y se oxida.

**Pregunta 3.** Algunas gasolinas tienen azufre. ¿Cómo se relaciona la combustión de estos materiales y la formación de dióxido de azufre con la lluvia ácida?

- No hay relación: de un óxido no se forma un ácido.
- El dióxido de azufre reacciona con el agua en la atmósfera para formar  $H_2SO_4$  por lo que es un ácido.
- El ácido sulfúrico es muy fuerte, no puede formar parte de la lluvia.
- La combustión sólo es del carbón, no tiene que ver con el azufre y no se relaciona con la lluvia ácida.

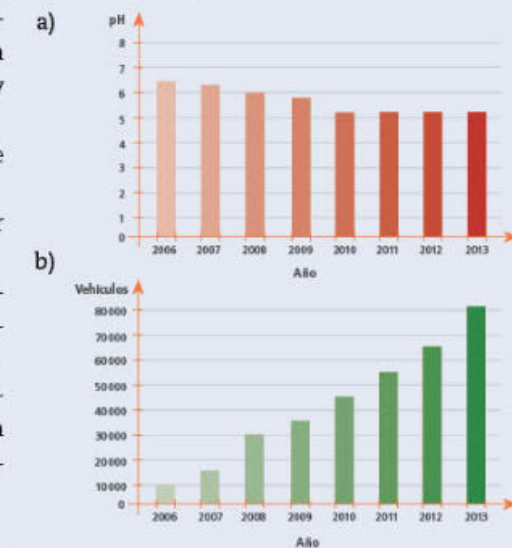
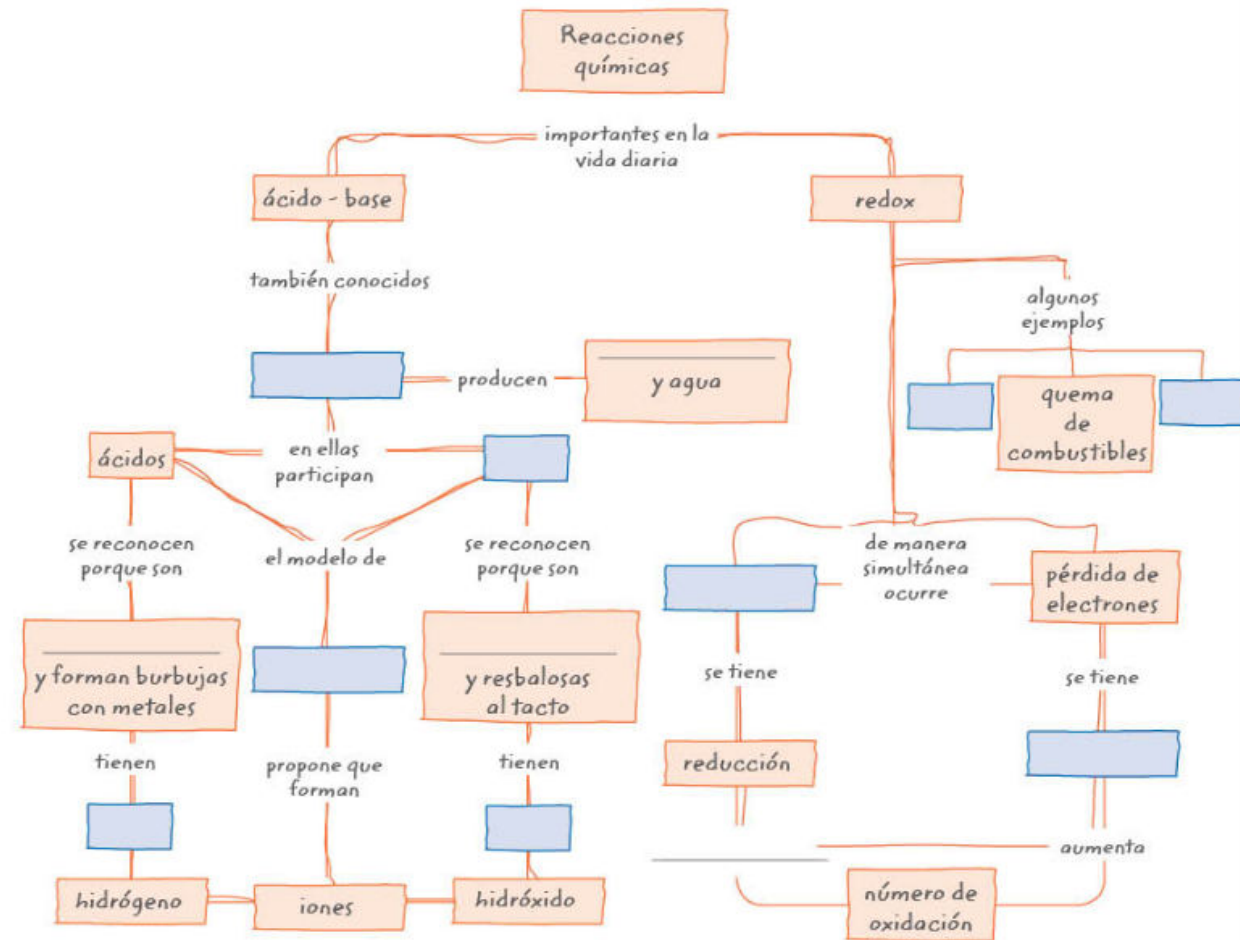


Figura 4.60 Variación del pH de un lago por año (a) y vehículos por año (b) de la ciudad aledaña.

**Pregunta 4.** En la figura 4.60, la gráfica a) presenta el valor del pH del agua de un lago en ocho años, mientras que la gráfica b) muestra la cantidad de autos de una ciudad aledaña. Con esta información, ¿cómo es posible explicar la muerte de los peces del lago?

## La formación de nuevos materiales



1. Completa el mapa con las opciones: "oxidación", "respiración", "corrosión", "agrias", "amargas", "pH > 7", "sal", "neutralización", "Arrhenius", "bases", "pH < 7", "disminuye", "ganancia de electrones".
2. Incluye en el mapa los conceptos "indicador", "agente reductor", "vire", "pH" y "agente oxidante".
3. Relaciona los términos "reducción" y "número de oxidación" mediante un conector apropiado.
4. Incluye en el mapa el tema del proyecto que desarrollaste.

Mediante un proceso parecido a la destilación, el agua de la atmósfera pierde la mayor parte de las sales que contiene; de ahí que el agua de lluvia no sea salada como la del mar. Pero aun así está lejos de ser pura; el agua de lluvia de una región no contaminada es ligeramente ácida, con un pH de alrededor de 5.5.

La presencia de algunos contaminantes causa que disminuya el pH (aumente la acidez) del agua de lluvia. Cuando el pH de un río o algún lago disminuye por debajo de 5, la vida acuática se ve afectada de manera considerable, al grado de causar la muerte de muchos peces. De igual forma, la lluvia ácida afecta a la vegetación (figura 4.61) y, por ende, al resto de los organismos de los ecosistemas. Por el carácter corrosivo de los ácidos, la lluvia ácida carcome casi todo tipo de construcciones o estructuras, y es capaz de dañar monumentos (figura 4.62) y edificios hechos de mármol o piedra caliza. Y todo esto sin mencionar los problemas que puede generar para el agua destinada al consumo humano.

Muchos combustibles fósiles, como las gasolinas y el diésel, contienen hasta 1% de azufre. Al llevarse a cabo la combustión, se forma dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>).



Figura 4.61 La lluvia ácida, además de destruir las hojas de las plantas y los árboles, causa el empobrecimiento del suelo.

# LA LLUVIA ÁCIDA

En la atmósfera se forman especies reactivas de oxígeno que al reaccionar con el SO<sub>2</sub> generan el trióxido de azufre (SO<sub>3</sub>), que reacciona luego con el agua y forma ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), una de las sustancias más corrosivas y causante de la lluvia ácida:



Si bien hay fuentes naturales de dióxido de azufre, como las erupciones volcánicas, es la combustión de gasolinas que contienen azufre la principal causante de la lluvia ácida.

Reflexiona: ¿qué medidas propondría para disminuir la emisión de dióxido de azufre y otras sustancias que provocan la lluvia ácida?



Figura 4.62 Los gobiernos de las ciudades tienen que invertir mucho dinero en la reparación de monumentos y edificios.

# B5 Química y tecnología

Llegamos al final de este curso de Ciencias y, antes de que concluya, te invitamos a reflexionar sobre lo que has aprendido y sobre cómo has logrado aprender a aprender. Ahora podrás explorar junto con tus compañeros y con el apoyo de tus maestros algunos temas que seguramente te interesarán, por ejemplo, ¿sabías que hay materiales que tienen memoria? ¿Sabías que México no sólo ha producido materias primas, sino también conocimientos? ¿Sabías que las culturas antiguas de Mesoamérica produjeron materiales muy sofisticados?

## 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.

## Temas transversales

- Educación ambiental para la sustentabilidad
- Educación del consumidor

## 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.

## Contenido

**Proyecto: Ahora tú explora, experimenta y actúa.**

### Integración y aplicación

- ¿Cómo se sintetiza un material elástico?
- ¿Qué aportaciones a la química se han generado en México?
- ¿Cuáles son los beneficios y riesgos del uso de fertilizantes y plaguicidas?
- ¿De qué están hechos los cosméticos y cómo se elaboran?
- ¿Cuáles son las propiedades de algunos materiales que utilizaban las culturas mesoamericanas?
- ¿Cuál es el uso de la química en diferentes expresiones artísticas?
- ¿Puedo dejar de utilizar los derivados del petróleo y sustituirlos por otros compuestos?



## Presentación

A través de las investigaciones científicas se ha descubierto lo que hoy sabemos sobre la naturaleza. Gracias a la forma de proceder de la ciencia, hemos avanzado en el conocimiento, las técnicas y sus aplicaciones, lo que ha motivado en nuestra sociedad un progresivo y fuerte cambio durante los últimos tres siglos. Los resultados de las investigaciones han moldeado, incluso, nuestra forma de pensar en la naturaleza; a lo largo de estos años, también hemos descubierto que es posible desarrollar habilidades que nos permiten investigar más eficientemente.

Algunas de estas habilidades son: la observación, el diseño de experimentos o dispositivos, la aplicación de conocimientos, la comprensión del vínculo entre la ciencia y la sociedad y el uso de métodos eficientes de colaboración y comunicación, entre muchas otras. Y, justamente, a lo largo del curso has utilizado algunas de esas habilidades, en particular, al desarrollar los proyectos propuestos (figura 5.1). Para dar una aplicación personal a lo que has estudiado en el curso y, con ello, darle mayor significado a lo aprendido, has desarrollado proyectos. El resultado es que ahora puedes aplicar dicho conocimiento a tu vida y usar las habilidades, que también son parte de la ciencia, en diferentes problemas y en la toma de mejores decisiones.

En el proyecto de este bloque usarás los conocimientos y las habilidades que desarrollaste en los bloques anteriores con el fin de trabajar con mayor profundidad para que logres integrar y aplicar tus conocimientos, habilidades y actitudes. En este bloque se espera que:

1. Desarrolles de manera más autónoma tu proyecto mostrando responsabilidad.
2. Diseñes experimentos, investigaciones, dispositivos y modelos, integrando y aplicando los conocimientos y habilidades desarrolladas en el curso, con el fin de explicar y predecir algunos fenómenos físicos de tu entorno.
3. Plantees preguntas e hipótesis y elabores la argumentación necesaria que parta de la evidencia producida en tus investigaciones.
4. Complementes tus conclusiones, considerando tu experiencia durante la presentación. Al terminar el análisis de la información, resumas tus resultados más importantes y los compares con tu hipótesis.
5. Sistematice la búsqueda y el uso de la información y resultados, y que seas capaz de comunicarlos al grupo o comunidad utilizando diversos medios.
6. Identifique los beneficios y los perjuicios de la ciencia y la tecnología y que argumentes críticamente a partir de evidencias.



**Figura 5.1** La colaboración y la comunicación son habilidades necesarias para desarrollar proyectos de investigación.

Ahora tendrás más tiempo para realizar tu proyecto, por lo que es posible sacarle mayor provecho a tu trabajo. Para ello, te sugerimos que integres los conocimientos, habilidades y actitudes que has obtenido en otras asignaturas. Podrás solicitar ayuda a tu maestro de Español para escribir con mayor claridad los resultados y conclusiones, o a tu maestro de Historia para relacionar contenidos de la química con hechos históricos.

De igual forma, podrías asesorarte con tus maestros del resto de las materias, como Matemáticas, Artes, Geografía, etcétera, con el fin de que integres mayores habilidades y conocimientos, más allá de lo visto en tu curso de Ciencias (figura 5.2).

Puedes pensar en nuevas formas de comunicar tus resultados, como un artículo de divulgación científica que puedes incluir en una revista, hecha por todo el grupo con los proyectos de todos, y así dar a conocer, a aquellos que estén interesados, tus investigaciones, desarrollos científicos y fabricación de dispositivos.

Puedes revisar tu libro y tu cuaderno para recordar lo que viste durante el curso y decidir con tu equipo en qué tema les gustaría profundizar. Te recordamos que en el Bloque 1 conociste las relaciones entre la ciencia y la sociedad; clasificaste los materiales como mezclas y sustancias puras, aprendiste acerca de la separación de las primeras y las propiedades de las segundas y reconociste que en los cambios químicos la masa se conserva.

En el Bloque 2 comprendiste la naturaleza corpuscular de la materia y las uniones entre los átomos para formar moléculas. Además, reflexionaste sobre la necesidad del uso eficiente de los materiales que son contaminantes.

Durante el Bloque 3 representaste los cambios químicos con ecuaciones. Relacionaste la energía de las reacciones químicas con las necesidades del organismo y profundizaste en patrones de alimentación saludables.

Y en el Bloque 4 conociste algunas reacciones químicas que ocurren en la vida diaria: las reacciones ácido-base y las de óxido-reducción, usando como referente la alimentación; así como las implicaciones y el costo de la oxidación de metales.

Recuerda que en el conocimiento científico, un concepto permite la creación de otros, con lo que es posible vincular distintos aspectos de la naturaleza. Por ejemplo, el concepto de mezcla y los métodos de separación permiten definir compuesto y elemento químico, y gracias al concepto de reacción química, podemos vincular los elementos con los compuestos para formar nuevos materiales. Es posible y muy frecuente encontrar vínculos entre muchos conceptos.

Por otro lado, las leyendas en los alimentos "enriquecidos" o "fortificados" nos sugieren que son "más saludables" porque pueden cubrir todas nuestras necesidades diarias de nutrimentos, pero ¿será cierto? Si te interesa saber más sobre este asunto de nutrición y mercadotecnia, lee el artículo electrónico "¿Por qué comes lo que comes? Reflexiones sobre la alimentación moderna", de Agustín López Munguía en:

<http://edutics.mx/4VR> (consulta: 01 de junio de 2016).



**Figura 5.2** Una habilidad adicional que te permite llevar a cabo tus proyectos es saber usar la computadora.

A lo largo de la historia, las grandes revoluciones en la ciencia se han dado, en parte, por el éxito en el descubrimiento de vínculos o relaciones entre diferentes aspectos de la naturaleza; un ejemplo de ello fue el desarrollo del modelo atómico por químicos y físicos, lo que permitió que se entendiera buena parte de la estructura de las moléculas y su vínculo con las propiedades macroscópicas de los materiales.

Los nuevos descubrimientos científicos han venido acompañados de cambios sociales y tecnológicos. Algunos de ellos son más evidentes que otros, los hallazgos que se han dado en la industria farmacéutica, sin embargo, otros estuvieron acompañados de revoluciones del pensamiento, como es el caso de los descubrimientos científicos durante el siglo XVII.

Ninguno de esos cambios en el conocimiento científico y social son exclusivos de la química, pues también se han dado en la biología y en la física, como viste en tus cursos del primer y segundo grados de secundaria. Y siguen pasando cosas similares: ¿acaso la teoría de la evolución de Darwin o el estudio del origen del Universo no cambiaron la forma de pensar de la humanidad?

Dada la amplitud del conocimiento desarrollado en este curso, es posible plantear un sinnúmero de preguntas que te pueden ayudar a buscar un tema para tu proyecto. Además, si lo piensas con detenimiento, podrás encontrar una gran cantidad de vínculos con distintos aspectos de tu vida y con tus intereses. Por ejemplo, podrías preguntarte:

1. ¿Cómo influyen la ciencia y la tecnología en los estilos de vida actuales? ¿Qué parte de la química se aplica en el desarrollo de la tecnología de hoy?
2. ¿Cuál es la relación entre la química y el ambiente y cómo afecta nuestra vida? ¿Qué puede hacer la química para mejorar el ambiente en que vives (figura 5.3)?
3. ¿Cómo se vincula el desarrollo de la sociedad con la ciencia y la tecnología? ¿Qué aportaciones químicas ha hecho México y cómo trabaja un químico en nuestro país?

A continuación, presentamos algunas preguntas relacionadas con estos puntos. Tal vez alguna de ellas te sirva de guía para desarrollar tu proyecto. Recuerda que eres libre de elegir el tema por lo que es preferible que busques lo que más te interese.



Figura 5.3 El sulfato de aluminio se utiliza para la coagulación en el tratamiento químico de aguas turbias.

## Algunas preguntas sobre química

### ¿Cómo se sintetiza un material elástico?

Los plásticos constituyen uno de los productos más utilizados en nuestra vida cotidiana. Casi todo lo que usamos está hecho con ellos, o se relaciona de algún modo con su producción y almacenamiento. Sus aplicaciones son muy variadas: desde recipientes para almacenar comida hasta partes externas de motores para automóvil, además de prótesis estéticas y funcionales.

Los plásticos se obtienen mediante reacciones de polimerización, procesos químicos donde los reactivos, llamados monómeros (compuestos de baja masa molecular), reaccionan químicamente entre sí y dan lugar a moléculas lineales de gran masa, llamadas polímeros, en las que las unidades monoméricas se repiten.

Ya sabes que los materiales se dividen para su estudio en mezclas y sustancias puras y éstas, a su vez, pueden ser compuestos o elementos. Además, algunas sustancias están formadas por moléculas, que están formadas por átomos que se unen de diferentes maneras. Asimismo, aprendiste que la estructura y el tipo de enlace determinan en gran medida las propiedades físicas y químicas de las sustancias. Con este proyecto podrías:

1. Conocer otros aspectos de la estructura de los materiales relacionados con sus propiedades físicas, en particular las de los plásticos (figura 5.4).
2. Construir un modelo que te permita apreciar la trascendencia de la cantidad de iniciador (catalizador) en las propiedades térmicas de un polímero y, por ende, en el uso que le damos (figura 5.5).
3. Sintetizar un polímero, estudiar sus propiedades y compararlas con las de los reactivos y sabrías cómo se clasifican de acuerdo con su comportamiento debido a cambios de temperatura y su estructura.



Figura 5.4 Existen polímeros termoplásticos que se ablandan con el calor y se endurecen enfriándolos.



Figura 5.5 A diario utilizamos una gran variedad de productos elaborados con polímeros.

#### TE RECOMENDAMOS...

Leer el artículo de Gertrudis Uruchurtu, "Estudiar la naturaleza para imitarla", en: *¿Cómo ves?*, disponible en: <http://edutics.com.mx/4fg> (consulta: 01 de junio de 2016), para conocer cómo se producen materiales elásticos, a partir de pulgas y mosquitos, mediante la ingeniería genética.

#### TE RECOMENDAMOS...

los libros de: Emsley, John, *Moléculas en una exposición*, México, SEP, 2005 (Biblioteca de Aula).

Ganeri, Anita, *Algo viejo, algo nuevo: reciclando*, México, Editorial Destino, 2006.

Hill, John y D. Kolb, *Química para el nuevo Milenio*, México, Pearson Educación, 2000.

## ¿Qué aportaciones a la química se han generado en México?

Como las demás ciencias, la química está en continua evolución. En este libro se ha hablado de los personajes que fueron fundamentales para el progreso de esta ciencia, pero definitivamente no han sido los únicos. El conocimiento químico es tan amplio y los científicos que lo desarrollaron (y siguen haciéndolo) son tan numerosos, que necesitaríamos una biblioteca entera para documentar cada descubrimiento y la vida y la obra de cada investigador.

Por razones históricas, se ha mencionado a personajes europeos que desarrollaron el conocimiento químico y, luego, a algunos estadounidenses. Pero ¿será que nadie de otro país ha aportado algo a la química?

Cuando se genera un conocimiento científico, ¿siempre es reconocido y aceptado? ¿Qué tan importante es la generación de conocimiento científico para la sociedad? ¿Qué ha aportado México a la química? ¿Cuál ha sido la trascendencia de estas aportaciones?

México ha tenido (y aún tiene) grandes personalidades en el mundo de la química; entre ellos se encuentran Mario Molina, Andrés Manuel del Río (figuras 5.6 y 5.7) y Luis Ernesto Miramontes. Además, tiene grandes centros de investigación donde se genera una gran cantidad de conocimiento gracias al trabajo de muchos mexicanos. En este proyecto podrías realizar una investigación sobre las aportaciones de México a la química.



Figura 5.6 Andrés Manuel del Río.



### TE RECOMENDAMOS...

conocer más sobre las aportaciones de Luis Miramontes a la ciencia; lee el artículo "La píldora anticonceptiva, la UNAM y la mayor contribución de la ciencia mexicana de todos los tiempos", en: <http://edutics.mx/J7o> (consulta: 01 de junio de 2016).

leer a Ana Rodríguez, "Científicos destacados originarios de México", en: Ciencia y Tierra, para conocer las aportaciones de científicos mexicanos a la química. Disponible en: <http://edutics.mx/J7j> (consulta: 01 de junio de 2016).

consultar a Rosa María Arredondo Rivera y otros en *Gaceta Facultad de Química, UNAM*, núm. 8, disponible en: <http://edutics.com.mx/4Fp> (consulta: 01 de junio de 2016), para enterarte de cómo se festejó el Año Internacional de la Química en 2011 y para conocer algunas razones más para estudiar química.

### TE RECOMENDAMOS...

conocer más aportaciones de México a la química en: Asimov, Isaac, *Breve historia de la química. Introducción a las ideas y conceptos de la química*, México, Alianza Editorial, 1999. (El libro de bolsillo, Ciencia y técnica.)

Chamizo, José Antonio y Andoni Garritz Ruiz, *Del tequesquite al ADN*, México, FCE, 1989.

Garritz Ruiz, Andoni y José Antonio Chamizo Guerrero, *Tú y la química*, México, Pearson Education, 2001.

"Mario Molina Pasquel: un adicto al conocimiento", de R.K. García, en la revista *¿Cómo ves?*, 5 (57), 2003, pp. 28-29.

Figura 5.7 En 1801, Andrés Manuel del Río descubrió el elemento Eritronio (después llamado Vanadio) en el estado de Hidalgo.

## ¿Cuáles son los beneficios y riesgos del uso de fertilizantes y plaguicidas?

La agricultura marcó el rumbo de la civilización humana. Su florecimiento y crecimiento implicaron también el desarrollo de técnicas para el aprovechamiento del agua de ríos, de lagos y de lluvia; y la adaptación y tratamiento de suelos, así como la lucha contra las plagas.



Sostenibilidad

En el siglo pasado, el crecimiento de la población condujo a la producción masiva de alimentos bajo el esquema llamado "La revolución verde", que consistía en aplicar nueva tecnología, como: el uso de maquinaria pesada, seleccionar y mejorar las semillas, la introducción de sistemas de riego automatizados y por bombeo, el sembrado de grandes extensiones de monocultivos y la aplicación de fertilizantes y plaguicidas sintetizados por la industria química (figura 5.8).

Los temas que has estudiado en los dos primeros bloques te serán de gran utilidad para desarrollar este proyecto, durante el cual podrás indagar sobre las ventajas y desventajas del uso de fertilizantes y plaguicidas y sus efectos en el ambiente (figura 5.9). Es probable que al final de tu curso de *Ciencias 1*, hayas desarrollado un proyecto sobre hidroponía o que en tu escuela exista alguna huerta, "azotea verde" u hortaliza.

Por tanto, este proyecto te será útil para esos espacios, o bien, puede ser el inicio de una investigación que te permita identificar algunos nutrimentos útiles para los huertos, saber cómo producir algún fertilizante o aplicar lo investigado en técnicas de agricultura que favorezcan un desarrollo sustentable.



Figura 5.9 Los plaguicidas se utilizan en la agricultura y son sustancias cuyo objetivo es controlar, prevenir o destruir las plagas que dañan los campos de cultivo.



Figura 5.8 Los fertilizantes son sustancias que enriquecen el suelo para que las plantas se desarrollen de forma óptima.

### TE RECOMENDAMOS...

para saber un poco más sobre fertilizantes químicos, sus usos y consecuencias en la agricultura y la salud, consulta un extracto del Manual teórico-práctico: Los biofertilizantes y su uso en la agricultura, en la página <http://edutics.mx/J73>, o revisa el manual completo en <http://edutics.mx/J7U> (consulta: 01 de junio de 2016).

leer el artículo de Marisa Mazari Hiriati, "El agua como recurso", en *¿Cómo ves?*, donde se explica por qué los fertilizantes y los plaguicidas son ejemplos de contaminación. Disponible en: <http://edutics.com.mx/4FG> (Consulta: 01 de junio de 2016).



## ¿De qué están hechos los cosméticos y cómo se elaboran?

El hábito de embellecerse es casi tan antiguo como la propia humanidad. Hay evidencias de que los egipcios usaban perfumes y se maquillaban con polvos de antimonio (Sb) y de malaquita (un mineral de cobre de color verde); que los babilonios ya usaban detergentes hechos con las cenizas de plantas ricas en carbonato de potasio y de sodio ( $K_2CO_3$  y  $Na_2CO_3$ , respectivamente), y que muchas culturas de América también usaban hojas de plantas como detergentes.



Consumo

En la actualidad usamos un sinfín de productos cosméticos y de aseo corporal de manera cotidiana: jabones, talco, pasta de dientes, desodorantes, perfumes y champús (figura 5.10). Pese a ser de diferentes marcas, un mismo producto contiene en general los mismos ingredientes.



Figura 5.10 En la actualidad hay muchos productos cosméticos destinados al embellecimiento del cuerpo humano, y todos se producen mediante reacciones químicas.

Con este proyecto podrán:

1. Reflexionar sobre qué tan necesarios son los cosméticos y los productos para el aseo corporal.
2. Conocer las sustancias que contienen algunos de estos productos, así como la manera en que la publicidad los presenta para lograr que parezcan diferentes.
3. Investigar cuáles son los efectos en la naturaleza de los excedentes de cosméticos, por ejemplo, al depositarse en el agua (con el baño diario).
4. Identificar la importancia y mecanismos de acción de cremas protectoras y bloqueadores solares.
5. Elaborar, de manera sencilla y a bajo costo, algún producto de higiene corporal o un cosmético que consideren realmente útil.

### TE RECOMENDAMOS...

consultar Loyola, M. C. y R. Moreno, *Cultiva y cosecha en tu casa*, México, Trillas, 2007.

Hill, J. y D. Kolb, *Química para el nuevo milenio*, México, Prentice Hall, 1999.

Munguía, A., "Sobre cerdos y maíz transgénico", en *¿Cómo ves?*, núm. 50, p. 22 (consulta: 01 de junio de 2016).

### TE RECOMENDAMOS...

consultar el artículo de Martín Bonfil Olivera, "Ciencia y ética", en *¿Cómo ves?*, para reflexionar sobre las implicaciones éticas en la producción de cosméticos. Disponible en: <http://edutics.com.mx/4Fx> (consulta: 01 de junio de 2016).

## ¿Cuáles son las propiedades de algunos materiales que utilizaban las culturas mesoamericanas?

El diseño y la síntesis química de nuevos materiales con propiedades específicas ha tenido gran repercusión en las sociedades humanas. Como has visto durante el curso, la química está presente en todos lados y no sólo donde hay un químico. Por ejemplo, el tipo de materiales y las mezclas que se usaron, en la época prehispánica, en diversas construcciones. De hecho, muchos de esos materiales siguen utilizándose porque tienen muchas ventajas sobre los que se fabrican y usan en la actualidad.

Por ejemplo, la mayoría de las grandes edificaciones prehispánicas no eran simplemente un amontonamiento de piedras, sino que usaban diversos materiales (parecidos al cemento) para mantenerlas unidas. Algunas edificaciones pequeñas se construían con bloques de adobe, material que todavía se emplea en nuestros días (figura 5.11).

Cada uno de los materiales usados en el México prehispánico requería de cierto proceso de fabricación en el que se desarrollaban reacciones químicas, mediante las cuales se modificaban sus propiedades físicas y químicas. El uso de estos procesos sin conocimientos de química (como hoy la concebimos) constituye un conjunto de conocimientos empíricos muy valiosos, que permitieron el desarrollo de muchos aspectos de las culturas antiguas. Tal sabiduría fue aplicada tanto a los materiales de construcción como a la fabricación de vasijas y otros utensilios.

¿Qué diferencia hay entre los materiales de construcción modernos y los de uso tradicional, como el adobe (figura 5.12)? ¿Qué ventajas y desventajas tiene cada uno de estos materiales? ¿Puede afirmarse que determinado material es mejor que otro, o ello depende del uso que se le dé? ¿Cómo son los procesos mediante los cuales se transforman las propiedades de estos materiales?

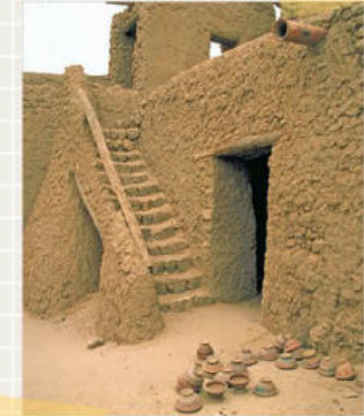


Figura 5.11 El adobe y el nopal fueron utilizados por algunas culturas prehispánicas para la construcción de sus viviendas.



Figura 5.12 El proceso de fabricación del adobe no daña el ambiente, mientras que los ladrillos se producen mediante horneado, que es altamente contaminante.

## ¿Cuál es el uso de la química en diferentes expresiones artísticas?

El arte es una actividad que ha acompañado siempre al ser humano. Las distintas formas de expresión artística tales como la música, el cine, la pintura, la escultura, la arquitectura, el teatro y la literatura, entre otras, nos han permitido expresar ideas, emociones e incluso nuestra propia visión del mundo.

Las técnicas en todas las artes han evolucionado notablemente con el tiempo; la calidad de los materiales utilizados en la pintura, por ejemplo, ha permitido plasmar detalles que hacen que confundamos un cuadro con una fotografía. En la pintura existe una gran variedad de productos utilizados en las diferentes culturas. En la antigüedad se usaban básicamente pigmentos vegetales, pero los colores y la manera de producirlos ha sido muy variada (figura 5.13). Hoy en día, en cualquier papelería encontramos una gran diversidad de productos para pintar: acuarelas, pinturas a base de aceite, lápices, plumones, entre otros, cada uno con diferentes propiedades.

Aun el conocimiento químico y sus productos han sido fuente de inspiración para artistas plásticos, arquitectos y escritores; esta influencia ha sido recíproca: la química ha tomado algunas ideas de las artes para explicar la estructura y las propiedades de los materiales.

Gracias a la química, los artistas pueden seleccionar los materiales más convenientes para realizar su obra de acuerdo con sus propiedades (figura 5.14). ¿Se usará la misma pintura para hacer un mural que para una obra sobre tela? ¿Qué retos han de superarse para que una pintura “sobreviva” bajo el agua corriente?



Figura 5.14 Diego Rivera, *Día de Muertos*, detalle, 1923.

### TE RECOMENDAMOS...

leer la monografía *Materiales colorantes prehispánicos* de Arthur J. O. Anderson, que encontrarás en: <http://edutics.mx/7w> (consulta: 01 de junio de 2016).



Figura 5.13 Mural, en el Templo de los Murales de Bonampak, Chiapas.

### TE RECOMENDAMOS...

consultar el texto de García Fernández, Horacio y Lena García, *La química en el arte*, México, SEP-ADN Editores (Biblioteca Escolar), 2007.

## ¿Puedo dejar de utilizar los derivados del petróleo y sustituirlos por otros compuestos?

Literalmente el petróleo es el que mueve al mundo. Su importancia es tal que todos los días en las noticias se informa cuál es su precio. Vivimos en un mundo en el que las industrias y las economías requieren del petróleo para funcionar, a tal grado que los países entran en conflictos para explotar y controlar las zonas ricas en este residuo fósil. De él se obtienen combustibles, pero también los plásticos que usamos en nuestra vida cotidiana. Observa a tu alrededor cuántos artículos están hechos de plástico (figura 5.15).

El petróleo es un recurso no renovable, resultado de la transformación de materia orgánica, de modo que la cantidad que existe en el planeta es limitada. Su transformación en combustibles y su uso para fabricar plásticos causa serios problemas ambientales, como las emisiones de dióxido de carbono y metano, principales gases que provocan el “efecto invernadero”.

En abril de 2010, en una plataforma petrolera de la empresa British Petroleum ubicada en el Golfo de México, ocurrió un inmenso derrame de entre 70 y 140 millones de litros de petróleo crudo, que formaron una mancha que abarcó más de 1550 km<sup>2</sup>, que se ha considerado uno de los desastres ecológicos más graves en lo que va del siglo.

En este proyecto aprenderás mucho sobre la transformación del petróleo y la creación de nuevos materiales que derivan de éste, además podrás:

- Determinar cómo la industria petroquímica aprovecha el petróleo para obtener otros materiales y de qué tipo son éstos.
- Reflexionar sobre las implicaciones ambientales de sus procesos de transformación y el uso que damos a todos los productos del petróleo, qué los hace tan importantes en las sociedades contemporáneas y a la vez por qué resultan tan polémicos por sus efectos en el ambiente.
- Investigar y conocer las alternativas para satisfacer nuestras necesidades cotidianas de materiales plásticos y combustibles derivados del petróleo (figura 5.16).



Figura 5.16 En la actualidad se invita a las personas a utilizar bolsas de tela para disminuir el consumo de las de plástico.

### TE RECOMENDAMOS...

leer el libro de Chow Pantgay, Susana, *Petroquímica y sociedad*, México, FCE, 2002 (*La Ciencia para todos*), disponible en: <http://edutics.com.mx/4FY> (consulta: 01 de junio de 2016).



Figura 5.15 La mayoría de las botellas para agua y refrescos se elaboran con PET. ¿Cómo podrías prescindir de ellas?

# Mi proyecto

Como te lo hemos comentado, en este último proyecto debes de poner en práctica todo lo aprendido en el curso: por un lado, los conceptos y habilidades trabajados a lo largo de los bloques y, por el otro, las técnicas, habilidades y actitudes desarrolladas en cada uno de los cuatro proyectos realizados hasta el momento. Para ello te sugerimos los pasos siguientes:

## ► Planeación

### Elección del tema o pregunta inicial

Sigue los pasos descritos en los Proyectos 2, 3 y 4, donde se propone una estrategia para formular tus propias preguntas a partir de una frase. Trata de escribir con tus compañeros de equipo la frase generadora o pide ayuda a tu maestro.

### Organización de actividades

Una vez que tengan la pregunta generadora, determinen el tipo de proyecto que realizarán y organicen las actividades que desarrollarán.

1. Recuerda que si realizarán una investigación documental, deben buscar información en fuentes confiables (ver: Proyecto 1) (figura 5.17).
2. Si construirán un aparato o dispositivo, organicen sesiones de planeación, diseño, construcción y el resto de los pasos que sean necesarios (ver: Proyecto 2).
3. Si diseñan experimentos, planifíquenlos, según les convenga, con la ayuda de su profesor. Tengan siempre en cuenta qué es lo que averiguarán con el experimento (ver: Proyecto 3).

Dada la posibilidad de extensión de este proyecto, pueden incluir las tres opciones anteriores, ya sea para un proyecto tecnológico o científico, o bien, uno ciudadano.

Les recomendamos que organicen las actividades en una tabla-cronograma como la que aparece en el proyecto del Bloque 4 o como la tabla 5.1, para que tengan claras las metas, fechas y responsabilidades.

Actividad	Responsable	Fecha de entrega

## ► Desarrollo

1. Desarrollen las actividades poniendo atención en cómo llevan a cabo cada una; sigan los consejos que aparecen en los Proyectos 1 a 4, pues para cada actividad hay aspectos en los que debemos tener mucho cuidado.



Figura 5.17 Es importante adquirir habilidad para saber elegir fuentes de información confiables.

1. Una vez que cuenten con la información y algunos resultados experimentales o de investigaciones documentales, hagan el análisis necesario para que valoren si ya obtuvieron la información suficiente para concluir su proyecto. Háganse la pregunta: ¿con esta información podemos responder la pregunta inicial?
2. A partir de su análisis, hagan la síntesis necesaria para que puedan compartir sus resultados con quien consideren pertinente.

## ► Comunicación

### Elección del método de comunicación

Pueden publicar esta última investigación en alguna de las revistas o blogs de divulgación científica que actualmente existen en México y en la red. La mayoría de estos medios incluyen un apartado titulado "Instrucciones para autores", que ustedes deben revisar antes de preparar su texto.

## ► Evaluación

Pueden usar un método de autoevaluación como el propuesto en el Bloque 4 y que encontrarán nuevamente aquí (tabla 5.2). ¿Lo podrías mejorar? Intenta agregar los aspectos que consideres relevantes en la elaboración del proyecto y que no aparezcan en la evaluación sugerida.

Recuerda que el propósito es que respondas el siguiente cuestionario de forma individual. Usa tu cuaderno para escribir las respuestas

1. En el desarrollo del proyecto, ¿qué conceptos del bloque aplicaste?
2. ¿Estaba bien justificada cada actividad del proyecto?
3. ¿Lograste las metas esperadas?
4. ¿Estás satisfecho con el desarrollo del proyecto? ¿Por qué?
5. ¿Respondiste la pregunta inicial?
6. ¿Qué crees que podrías mejorar?

Etapas	¿Cómo evalúas tu participación?	¿Cómo puedes mejorar?
Elección del tema		
Planeación		
Desarrollo		
Comunicación		

## ► Conclusión

Pueden cerrar el año escolar con una conclusión grupal que involucre presentaciones y publicaciones del trabajo de todo el grupo en los proyectos, en donde integren los conocimientos obtenidos y las habilidades y actitudes desarrolladas a lo largo del año escolar.

## Algunas reglas para mantenerte seguro y cuidar el ambiente durante las actividades experimentales

### Prevención de riesgos: Seguridad en el laboratorio

Durante tus cursos de ciencias has desarrollado actividades experimentales, por lo que ya tienes una idea de cómo evitar riesgos. Sin embargo, te pedimos tomar en cuenta lo siguiente:

- **No juegues.** Sabemos que muchas cosas te divierten: correr tras tus compañeros, medir fuerzas, empujar o jalar, etcétera, lo que es normal y sano en el lugar apropiado, pero durante los experimentos es importante trabajar con calma y con cuidado, debido a las características de los materiales que usamos.
- **Evita arrojar materiales o sustancias a tus compañeros, o derramarlos donde se sientan.** Puedes causarles daños muy serios.
- **No comas.** No comas ni bebas mientras haces actividad experimental. Al terminar lávate las manos con agua y jabón, ya que si comes con las manos sucias, puedes ingerir sustancias peligrosas.
- **Protégete adecuadamente.** Las actividades son poco riesgosas, sin embargo, usa siempre una bata, guantes de látex y lentes de seguridad (figura 5.18). Es mejor que se manche lo que te protege a que te lastimes.
- **Pregunta o investiga.** Con anterioridad al desarrollo de una actividad experimental pregunta o investiga los efectos al ingerir, oler o tocar una sustancia. Recurre a tu maestro o busca en internet "hojas de seguridad". En estos documentos hay información de las propiedades de las sustancias, cómo protegerte y cómo disminuir el riesgo si te has expuesto (figura 5.19).
- **Nunca pruebes, toques o inhales directamente ningún material o sustancia.** Pueden ser tóxicos, oxidantes o corrosivos. Siempre lee la etiqueta de las sustancias antes de abrirlas y usarlas.
- **Lee antes de hacer.** Una cuidadosa lectura de las actividades experimentales es imprescindible para evitar experiencias desagradables. Además, leer atentamente te ayudará a tener éxito en tus experimentos. Si alguna parte no está clara, pregunta a tu profesor antes de efectuar un experimento.
- **Haz equipo.** La ciencia es una actividad social, por eso es conveniente trabajar en equipo, es decir: que todos participen, manipulen, etc. Además, en caso de un imprevisto, siempre habrá quien te apoye y dé aviso al profesor.



Figura 5.18 El uso adecuado del equipo de seguridad del laboratorio escolar puede prevenir accidentes.



Figura 5.19 Identifica en las hojas de seguridad de cada sustancia la presencia de símbolos que te informen sobre características relevantes de ellas.

- **No uses sustitutos.** Las actividades están pensadas para tener el menor riesgo posible y para proteger al ambiente. Si quieres experimentar con otros materiales o sustancias, debes conocer sus características o propiedades, de lo contrario **no los uses**. La imprudencia no es una opción.
- **Mantén limpio y ordenado el espacio donde realices experimentos.** No amontones cosas ni las desordenes. Si abres un recipiente, tápalo inmediatamente, así evitas riesgos y que la sustancia se contamine.

### Pero si a pesar de todo lo anterior sucede que...

- **...te caen sustancias en los ojos.** Pide ayuda a un compañero y lávatelos de manera continua con agua limpia por al menos 15 minutos a chorro suave. Puedes usar una botella de agua purificada. Ayúdate con los dedos limpios para mantener los párpados abiertos. Acude inmediatamente al médico y dile con qué sustancias o materiales tuviste contacto.
- **...se te caen sustancias en la ropa o en la piel.** Retira la ropa inmediatamente. Si hubo contacto con tu piel, lava con abundante agua y jabón por al menos 10 minutos (figura 5.20). En caso de irritación, acude de inmediato al médico y dile con qué sustancias tuviste contacto.
- **...por desgracia ingeriste alguna sustancia.** Si estás seguro de que es un álcali o base, no provoques vómito. Es conveniente que comas dos claras de huevo. Si se trata de un ácido, no provoques vómito. Mejor toma un vaso de leche o bicarbonato de sodio disuelto en agua. Avisa de inmediato al maestro para que acudan al médico y díganle qué sustancia ingeriste. Si se ingiere alcohol, provoca el vómito.

### Cuidado del ambiente

Durante el desarrollo de los experimentos se generan residuos (figura 5.21). Para desecharlos observa las recomendaciones siguientes:

- **Reusa tu material.** Si utilizas materiales desechables lávalos y guárdalos para usarlos nuevamente. Así no haces más basura.
- **Utiliza lo aprendido.** Puedes decantar o filtrar. Los sólidos deposítalos en los recipientes de residuos inorgánicos.
- **Nunca tires líquidos ácidos o básicos al drenaje.** Utiliza un indicador (jugo de col) para identificar el pH de las sustancias. Puedes neutralizar con ácido como el vinagre o con bases como el bicarbonato de sodio.
- **Si usas aceites o grasas,** recógelos con papel y deposítalos en los recipientes para los residuos inorgánicos (estos residuos pueden quemarse en incineradores municipales).



Figura 5.20 En caso de accidente sigue los procedimientos de atención inmediata y avisa a tu maestro.



Peligroso para el ambiente

Figura 5.21 Nunca deseches un material sin la orientación y supervisión del profesor. ¡Cuida el ambiente!

Revisa la tabla 5.3 de recomendaciones específicas para las actividades.

Bloque y secuencia	Residuo	Tratamiento
B1S2	Margarina, manteca de cerdo y aceite	Disponer un papel en el recipiente de residuos inorgánicos para colocar estos residuos. Envolverlos en papel absorbente antes de tirarlos.
B1S2	Tubo de ensayo con parafina	Tapar con algodón y, si hay espacio, rotular con el nombre de la actividad y reservar.
B1S5	Yeso	Desechar en el recipiente de residuos inorgánicos.
B2S6	Agua con <i>destapacaños</i>	Agregar 10 gotas de jugo de col y vinagre en porciones de 10 ml hasta que el color cambie a morado o rosa.
B3S13	Sulfato de cobre/sal acuoso	Evaporar el líquido en un plato ancho de poca altura y recuperar el sólido, o diluirlo hasta 5 l con agua y utilizarlo para regar por aspersión plantas atacadas por hongos.
B4S17	Limpiador <i>destapacaños</i>	Agregar 10 gotas de jugo de col y vinagre en porciones de 10 ml hasta que el color cambie a morado o rosa.
B4S18	Ácido muriático	Agregar 10 gotas de jugo de col y bicarbonato de sodio, cucharada a cucharada, hasta que el color cambie de rojo intenso a morado y no haya más efervescencia.
B4S19	Restos de alimentos	Eliminar el exceso de líquidos por decantación. Mezclar los sólidos con tierra del jardín para promover su degradación.
B4S20	Sosa cáustica con miel	Reservar el frasco y rotularlo como "Bloque 4 secuencia 20" para que compañeros de otros cursos puedan usarlo.

## Nomenclatura química de óxidos, hidróxidos, ácidos y sales

Recordarás que en el Bloque 2, en la secuencia 9, hablamos del Congreso de Karlsruhe, celebrado en Alemania en 1860. Uno de los temas fue buscar un acuerdo para nombrar las sustancias. Después del congreso, se creó la IUPAC (en español, Unión Internacional de Química Pura y Aplicada, UIQPA) para generar acuerdos que permitan nombrar las sustancias.

Han existido varios sistemas de nomenclatura a partir del Congreso de Karlsruhe, por ejemplo: el de Ginebra, que usa las terminaciones **oso** o **ico**. El sistema Stock tiene como referente el número de oxidación del catión. También existe la sistemática o estequiométrica, en la que los nombres de los compuestos están referidos a la cantidad de átomos presentes en la fórmula.

En este libro hemos presentado los nombres de las sustancias usando la nomenclatura Stock. En cuanto a esto, es necesario que sepas lo siguiente:

Dependiendo de su fórmula, podemos reconocer a las sustancias en las siguientes familias químicas. Observa la tabla 5.4.

Tabla 5.4 Nomenclatura para algunas familias químicas

<b>Óxidos:</b> son compuestos binarios, es decir, tienen únicamente dos elementos, y uno de ellos es el oxígeno, por ejemplo, FeO, que se lee como óxido de hierro.	<b>Hidróxidos:</b> son compuestos ternarios, es decir, tienen tres elementos y dos de ellos forman el radical OH o hidroxilo, por ejemplo, Ca(OH) <sub>2</sub> . Su nombre se lee como hidróxido de calcio.
<b>Ácidos:</b> en general son compuestos binarios o ternarios. Cuando son binarios (si se trata de hidrácidos, como el HCl o el H <sub>2</sub> S) su nombre se construye indicando que se trata de un ácido con la raíz del no metal, y terminado en <b>hídrico</b> o ternarios (si además tienen oxígeno, como el HNO <sub>3</sub> o el H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ), en este caso su nombre se construye indicando que es un ácido y cambiando la terminación del anión "ato" por "ico" u "ito" por "oso".	<b>Sales:</b> son compuestos que pueden ser binarios (por ejemplo, un metal y un no metal como el NaCl o el CaCl <sub>2</sub> ), o ternarios como el NaNO <sub>3</sub> o el Ca <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> .

El nombre de un compuesto se construye diciendo primero la parte no metálica o aniónica (con carga negativa) seguido de la palabra "de" y terminando con la parte metálica o catiónica (con carga positiva). En el caso de la parte catiónica que tenga más de un número de oxidación (por ejemplo, los elementos del bloque d, hacia el centro de la tabla periódica), se pone en número romano el número de oxidación presente en el compuesto.

Por ejemplo, el hierro puede formar dos óxidos, el FeO (se lee óxido de hierro II) o el Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (se lee óxido de hierro III). El II y el III indican que el hierro se encuentra como Fe<sup>+2</sup> en el primero, y como Fe<sup>+3</sup> en el segundo.

En la tabla 5.5 se indican algunos iones:

Tabla 5.5 Algunos iones (cationes y aniones)

Catión	Nombre	Anión	Nombre	Catión	Nombre	Anión	Nombre
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	amonio	H <sup>-</sup>	Hidruro	Hg <sub>2</sub> <sup>2+</sup>	Mercurio (II)	SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	Sulfito
Na <sup>+</sup>	Sodio	O <sub>2</sub> <sup>2-</sup>	peróxido	Pb <sup>2+</sup>	Plomo (II)	H SO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Sulfito ácido o bisulfito
K <sup>+</sup>	Potasio	F <sup>-</sup>	fluoruro	Pb <sup>4+</sup>	Plomo (IV)	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Sulfato
Ca <sup>2+</sup>	Calcio	Cl <sup>-</sup>	Cloruro	Sn <sup>2+</sup>	Estaño (II)	H SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	Sulfato ácido o bisulfato
Ba <sup>2+</sup>	Bario	Br <sup>-</sup>	Bromuro	Sn <sup>4+</sup>	Estaño (IV)	PO <sub>3</sub> <sup>3-</sup>	Fosfito
Mg <sup>2+</sup>	Magnesio	I <sup>-</sup>	Ioduro o yoduro	Zn <sup>+2</sup>	Zinc	HPO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	Fosfito monoácido
Al <sup>3+</sup>	Aluminio	ClO <sup>-</sup>	Hipoclorito	Ag <sup>+</sup>	Plata	H <sub>2</sub> PO <sub>3</sub> <sup>3-</sup>	Fosfito diácido
Cu <sup>1+</sup>	Cobre (I)	ClO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	Clorito	Au <sup>+1</sup>	Oro (I)	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	Fosfato
Cu <sup>2+</sup>	Cobre (II)	ClO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Clorato	Au <sup>+3</sup>	Oro (III)	H PO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Fosfato monoácido
Fe <sup>2+</sup>	Hierro (II)	ClO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	Perclorato	Cr <sup>3+</sup>	Cromo (III)	H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Fosfato diácido
Fe <sup>3+</sup>	Hierro (III)	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	Carbonato	Cr <sup>6+</sup>	Cromo (VI)	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	Nitrito
Hg <sup>1+</sup>	Mercurio (I)	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Carbonato ácido o bicarbonato			NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Nitrato

## Cómo buscar de manera eficiente información fidedigna en internet

Durante este curso –como en los anteriores– llevarás a cabo varias investigaciones para realizar tus tareas, tus trabajos y para llevar a cabo tus proyectos. Algunas fuentes son los libros y las revistas de divulgación científica que se encuentran en la biblioteca pública de tu localidad o en la biblioteca de tu escuela. Revisa las fechas de publicación para que te asegures de que manejas información actual (conviene usar material que no exceda los cinco años). Otros lugares donde puedes encontrar material de consulta son las bibliotecas y algunas instituciones de gobierno.

También puedes investigar en internet. Para evitar búsquedas “a ciegas”, ya que existe en la red tanto información seria como información pseudocientífica, es decir, falsa o de charlatanes, te sugerimos lo siguiente:

- **Verifica que la página que consultes tenga el nombre del autor y el de la institución a la que pertenece, si es el caso.** En general, las personas no arriesgan su nombre, pero ten en cuenta que si alguien firma un documento, hay más seguridad de que tenga conocimiento del tema. Además, puedes utilizar ese nombre para consultar otras de sus publicaciones e identificar su trayectoria y qué tipo de ideología domina en sus publicaciones o si es objetivo.
- **En lo posible, cuando se trate de datos, busca aquellos de sitios .gob, y si se trata de temas relacionados con la química, busca sitios .edu.** En general, el gobierno busca comunicar a la población los datos que se obtienen por medio de censos, investigaciones, debates, etc., y procura que esta información esté lo más apegada posible a la realidad. El gobierno difunde información por ejemplo, por medio del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) y la Secretaría de Salud (SSA). Los sitios .edu corresponden a instituciones educativas que difunden conocimiento fidedigno y actualizado, debido a que está en juego su prestigio.
- **Asegúrate de que los documentos que consultas tengan referencias.** Un aspecto importante del conocimiento es que éste no surge “de la nada”, sino que está sustentado en trabajos anteriores, por lo cual puede corroborarse o se puede comprobar que es la base de una investigación.
- **Identifica que el documento o el sitio muestren la fecha de publicación.** Si es posible conocer cuándo se publicó un documento, sabremos qué tan actual es la información. Recuerda que el conocimiento científico está en constante cambio.

### La búsqueda de información

Hacer una búsqueda sin ninguna idea puede ser costoso y frustrante. Planea tu búsqueda identificando palabras clave o palabras guía. A veces, estarás tentado

a preguntar, por ejemplo: ¿cómo influyen las reacciones de neutralización en la formación del suelo?, cuando tal vez sea más fácil recurrir a: suelo + neutralización + formación.

Puedes delimitar tus resultados utilizando datos sobre la región. Incluir en la búsqueda, por ejemplo, .mx, te mostrará, en su mayoría, sitios mexicanos.

De poco tiempo a la fecha, mucha gente aficionada publica temas sobre ciencia, a veces tendenciosos, inciertos o con desinformación, en blogs o redes sociales, por eso es mejor evitar estos medios. Lo mismo sucede con sitios “que te ahorran trabajo”, como los de monografías, respuestas o tareas. Aunque a veces tienen buenas publicaciones, otras pueden resultar limitadas o ser francamente equivocadas o tendenciosas.

¿Vale la pena usar Wikipedia? Tanto como usar una enciclopedia de papel. Es un buen referente para ubicar de manera rápida los datos generales del tema. Wikipedia se construye con aportaciones de cualquier persona que se sienta con autoridad sobre el tema, lo que no garantiza que todo lo que publica sea confiable. Sin embargo, sí aporta datos que sirven como base para continuar la búsqueda en otras fuentes más confiables, por ejemplo, presenta al final del artículo referencias para profundizar en el tema.

### Otras recomendaciones

En el libro te proponemos visitar algunos sitios de internet. También puedes consultar revistas electrónicas, como: Eureka, Educación química, ¿Cómo ves? o las bibliotecas digitales como la del Instituto Latinoamericano de la Comunicación Educativa (ILCE), que tiene publicados libros completos de académicos de reconocido prestigio y de diferentes instituciones. Te aconsejamos hacer un directorio de sitios de confianza. Puedes utilizar una tabla en la que indiques: el título del sitio y su dirección electrónica (la que aparece en la barra de tu navegador), así como una descripción breve de los contenidos (figura 5.22). Te será de gran ayuda cuando busques otros datos.

Por último, ningún recurso en papel, en disco compacto, DVD o en internet será valioso si no sabes interpretarlo. Acude a tus maestros, coméntales lo que encuentres y ellos te podrán guiar y aclarar dudas al respecto.



**Figura 5.22** Analiza y resume la información que obtengas. Puedes usar organizadores gráficos para ello. No dejes tu investigación para el último día, pues es posible que tengas que buscar algo más después de procesar lo que hayas obtenido.

## Bibliografía para el alumno

- Aguilar, Guillermo, *El hombre y los materiales*, México, FCE, 1997 (La ciencia para todos).
- Alba, Fernando, *El desarrollo de la tecnología*, México, FCE, 1997 (La ciencia para todos).
- Ávila Mendoza, Javier y Joan Genescá Llongueras, *Más allá de la herrumbre I*, México, FCE, 1987 (La ciencia para todos), disponible en <http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen1/ciencia2/09/htm/masalla.htm> (consulta: 01 de junio de 2016).
- \_\_\_\_\_, *Más allá de la herrumbre II: La lucha contra la corrosión*, México, FCE, 1989, disponible en <http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen2/ciencia3/079/htm/masalla2.htm> (consulta: 01 de junio de 2016).
- Beyer, María Emilia, *Gen o no gen: El dilema del conocimiento genético*, México, Lectorum, 2002.
- Braun, Eliezer, *El saber y los sentidos*, 2a. ed., México, FCE, 1997 (La ciencia para todos), disponible en <http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen2/ciencia3/073/htm/elsaber.htm> (consulta: 01 de junio de 2016).
- Cardona, Lluís, *Genética: De Darwin al genoma humano*, México, SEP-Océano, 2005 (Libros del Rincón).
- Chamizo Guerrero, José Antonio, *Cómo acercarse a la química*, México, Limusa, 1996.
- \_\_\_\_\_, Maia Fernández Miret y Aline Darjo (ilustradora), *La ciencia*, México, UNAM, 2004 (Biblioteca Escolar, serie Espejo de Urania).
- \_\_\_\_\_, *Química mexicana*, México, SEP-Dirección General de Publicaciones, 2003 (Biblioteca Escolar, serie Espejo de Urania).
- Chimal, Carlos, *El viajero científico*, México, SEP-Alfaguara, 2003 (Biblioteca de Aula, serie Espejo de Urania).
- Córdova Frunz, José Luis, *La química y la cocina*, México, SEP-FCE, 2003 (Biblioteca de Aula, Espejo de Urania).
- De la Selva, Sara María Teresa, *De la alquimia a la Química*, México, FCE, 1993 (La ciencia para todos), disponible en <http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/118/htm/alquimia.htm> (consulta: 01 de junio de 2016).
- Domínguez, José Manuel e Isaac Schifter, *Las arcillas: el barro noble*, México, FCE, 1992, disponible en <http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/109/htm/arcillas.html> (consulta: 01 de junio de 2016).
- Esquivel, Guadalupe y Adriana Luna, *El placer de conocer y estar sano*, México, SEP-Editorial Terracota, 2010 (Biblioteca Escolar).
- García, Horacio y Lena García, *La química en el arte*, México, SEP-ADN Editores, 2007 (Biblioteca Escolar).
- \_\_\_\_\_, *El universo de la química*, México, SEP-Santillana, 2002 (Biblioteca de Aula, Espejo de Urania).
- García Saiz, José María, *Química industrial*, México SEP-Santillana, 2002 (Biblioteca Escolar, Espejo de Urania).
- Garriz Ruiz, Andoni y José Antonio Chamizo Guerrero, *Del tequesquite al ADN*, México, FCE, 1995 (La ciencia para todos).
- Gore, Al, *Nuestra elección: Un plan para resolver la crisis climática*, México, SEP-RBA Libros, 2010 (Biblioteca Escolar).
- Iraoque Palazuelos, Glinda, *La ciencia y sus laberintos*, México, SEP-Santillana, 2006.
- \_\_\_\_\_, y José Antonio López Tercero, *La química de la vida y el ambiente*, México, SEP-Santillana, 2002 (serie Espejo de Urania).
- \_\_\_\_\_, *La química de los fluidos*, México, SEP-Santillana, 2002 (Biblioteca Escolar, serie Espejo de Urania).
- Lesur, Luis, *Manual de nutrición*, México, SEP-Editorial Trillas, 2010 (Biblioteca Escolar).

- Parker, Steve, *100 cosas que debes saber sobre la ciencia*, México, SEP-Club de lectores, 2004 (Biblioteca de Aula).
- Rugi, Roberto y Luca Cascioli (ilustrador), *La química*, México, SEP-Editex, 2003 (Biblioteca de Aula, serie Espejo de Urania).
- Romo de Vivar, Alfonso, *Química, Universo, Tierra y vida*, México, FCE, 1988, disponible en: <http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen1/ciencia2/51/htm/quimica.htm> (consulta: 01 de junio de 2016).
- Schifter, Isaac y Esteban López Salinas, *Usos y abusos de las gasolinas*, México, FCE, 1998, disponible en: <http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/159/htm/gasolina.htm> (consulta: 01 de junio de 2016).
- Vecchione, Glen, *Experimentos sencillos de química en la cocina*, México, SEP-Oniro, 2003 (Biblioteca Escolar, serie Espejo de Urania).
- Wolke, Robert, *Lo que Einstein le contó a su cocinero*, México, SEP-Porrúa, 2004 (Libros del Rincón).

## Bibliografía para el maestro

- Astolfi, Jean Pierre, *El "error", un medio para enseñar*, México, SEP-Diada, 2004 (Biblioteca para la actualización del maestro).
- Chamizo Guerrero, José Antonio, *Cómo acercarse a la química*, México, Limusa, 1996.
- \_\_\_\_\_, y Armando Sánchez, *La enseñanza de la química en la escuela secundaria*, México, SEP, 1996.
- Chang, Raymond, *Química*, México, McGraw-Hill, 2007.
- Díaz Barriga, Frida y Gerardo Hernández Rojas, *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo: Una interpretación constructiva*, México, McGraw-Hill, 2000.
- Driver, Rosalind et al., *Ideas científicas en la infancia y la adolescencia*, Madrid, Morata, 1989.
- Garriz Ruiz, Andoni y José Antonio Chamizo Guerrero, *Tú y la química*, México, Pearson Educación, 2001.
- \_\_\_\_\_, et al., *Química universitaria*, México, Pearson Educación, 2005.
- Golombek, Diego Andrés, *Aprender y enseñar ciencias: Del laboratorio al aula y viceversa*, Buenos Aires, Santillana, 2008.
- Guerrero, Manuel, *El agua*, México, FCE, 1995.
- Guevara, Minerva y Ricardo Valdez, "Los modelos en la enseñanza de la química: Algunas de las dificultades asociadas a su enseñanza y a su aprendizaje", en *Educación química*, México, SEP, 2008.
- Hill, Jon William y Doris Kolb, *Química para el nuevo milenio*, México, Prentice Hall, 1999.
- Hoffmann, Roald, *Química imaginada: Reflexiones sobre la ciencia*, México, FCE, 2004.
- Pérez Tamayo, Ruy, *Historia general de la ciencia en México en el siglo XX*, México, FCE, 2005.
- Pinto, Gabriel, Carlos Castro Acuña y Joaquín Martínez Urreaga, *Química: Al alcance de todos*, Madrid, Editorial Pearson Alhambra, 2006.
- Romo de Vivar, Alfonso, *Química, Universo, Tierra y vida*, México, FCE, 1988, disponible en: <http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen1/ciencia2/51/htm/quimica.htm> (consulta: 01 de junio de 2016).
- Rutherford, James, *Ciencia: Conocimiento para todos*, México, SEP-Oxford-Harla, 1999. Secretaría de Educación Pública, *Guía de trabajo: Ciencias III*, México, SEP, 2008.
- Zárraga, Juan Carlos, *Química*, México, McGraw-Hill, 2003.

## Bibliografía consultada

- American Chemical Society, *QuimCom: Química en la Comunidad*, 2ª ed., México, Pearson-Addison Wesley Longman, 1998.
- Cobb, Cathy y Monty L. Fetterolf, *The Joy of Chemistry: The Amazing Science of Familiar Things*, Nueva York, Prometheus Books, 2005.
- Daub, William et al., *Química*, México, Pearson-Prentice Hall, 2005.
- Garriz Ruiz, Andoni y José Antonio Chamizo Guerrero, *Química*, Pearson Education, 1994.
- \_\_\_\_ et al., *Química universitaria*, México, Pearson-Prentice Hall, 2005.
- Hart, Michael H., *The 100: A Ranking of the Most Influential Persons in History*, Nueva York, Carol Publishing Group, 1993.
- Hill, Jon William y Doris Kolb, *Química para el nuevo milenio*, 8ª ed., México, Pearson-Prentice Hall, 1999.
- Kind, Vanessa, *Más allá de las apariencias: Ideas previas de los estudiantes sobre conceptos básicos de Química*, México, Santillana-Facultad de Química-UNAM, 2004 (Aula XXI).
- Levere, Trevor H., *Transforming Matter: A History of Chemistry from Alchemy to the Buckyball*, Baltimore-Londres, The John Hopkins University Press, 2001.
- Nieda, Juana y Macedo Beatriz, *Un currículo científico para estudiantes de 11 a 14 años*, México, SEP, 1998.
- Pérez, Gabriela et al., *Química I: Un enfoque constructivista*, México, Pearson-Prentice Hall, 2007.
- Stillman, John Maxson, *The Story of Early Chemistry*, Nueva York-Londres, D. Appleton and Company, 1924.
- Scerri, Eric, *The Periodic Table: Its Story and Significance*, Nueva York, Oxford University Press, 2007.

## Referencias electrónicas

- <http://www.comoves.unam.mx>
- <http://www.universum.unam.mx>
- <http://www.profeco.gob.mx>
- <http://www.gob.mx/salud>
- <http://red.ilce.edu.mx>

## Créditos iconográficos

© Latinstock México: pp. 20 y 21, 22 (1.2), 23 (1.3), 24 (1.5), 25 (1.6 y 1.8), 37 (1.24), 42 (1.28), 52 (1.37), 59 (1.48), 61 (1.50 y 1.51), 64, 76 y 77, 91 (2.23), 100 (2.40), 101 (2.42), 106 (2.47), 107 (2.49 y 2.50), 108 (2.51), 114 (2.58), 115 (2.61f), 117 (2.63), 142 y 143, 144 (3.1), 168 (3.32), 178 (3.48), 193 (3.65 y 3.66), 211 (4.19 y 4.20), 214 (4.24), 222 (4.33), 223 (4.36), 234 (4.47), 247 (sup. e inf.), 252 (5.3), 254 (5.6 y 5.7), 255 (5.9); © Shutterstock: pp. 22 (1.1), 26 (1.9), 27 (1.10), 29 (1.12b y 1.12d), 30 (1.13), 32 (1.16), 35 (1.20), 40 (1.26), 43 (1.29), 50 (1.35), 53 (1.39), 56 (1.42), 57 (1.44 y 1.45), 59 (1.47), 68 (1.59, 1.60 y 1.61), 69 (1.62), 70 (1.63), 73 (1.65), 78 (2.1), 79 (2.4), 84 (2.11), 86 (2.13), 94 (2.28), 96 (2.32 y 2.33), 98 (2.35 y 2.36), 99 (2.37 y 2.38), 114 (2.59), 115 (2.60, 2.61a, 2.61b, 2.61c, 2.61d, 2.61e), 122 (2.68), 134 (2.88 y 2.89), 139 (2.92), 152 (3.10 y 3.11), 154 (3.13), 157 (3.19), 159 (3.21),

160 (3.22 y 3.23), 161 (3.24), 163 (3.25b y 3.25c), 164 (3.26), 177 (3.46c), 178 (3.47i), 181 (3.51), 183 (3.54), 191 (3.63), 204 (4.12), 222 (4.34), 227 (4.41), 228 (4.42 y 4.43), 238 (4.52), 240 (4.54 y 4.55), 245 (4.59), 248 y 249; © Thinkstock: pp. 29 (1.12a y 1.12c), 34 (1.18), 42 (1.27), 44 (1.30), 48 (1.33), 51 (1.36), 52 (1.38), 75, 102 (2.44), 139 (2.93), 141, 147 (3.3), 149 (3.7), 163 (3.25a), 177 (3.46b), 178 (3.47b, 3.47c, 3.47d y 3.47e), 182 (3.52), 183 (3.53), 199 (4.6), 202 (4.10 y 4.11), 225 (4.39), 235 (4.48 y 4.50), 253 (5.5), 255 (5.8b), 256 (5.10), 257 (5.11 y 5.12), 259 (5.15); © Photostock: p.67 (1.58); © Richard Megna, FUNDAMENTAL PHOTOGRAPHS, NYC: p. 95 (2.30); © Other Images: p. 110 (2.52), 220 (4.31); © Archivo digital: pp. 194 y 195, 218 (4.29), 220 (4.32), 224 (4.37 y 4.38), 253 (5.4), 259 (5.16); © Cuartoscuro: pp. 235 (4.49), 255 (5.8a); Gerardo González López: pp. 31, 33, 36, 46, 47, 49, 56 (1.43), 60, 62 (1.52 y 1.53), 65, 124 (2.71), 145, 168 (3.31), 176 (3.45), 180 (3.50), 196 (4.1 y 4.2), 197 (4.3 y 4.4), 198 (4.5), 200 (4.7 y 4.8), 201 (4.9), 205 (4.13), 206 (4.14 y 4.15), 213 (4.23), 214 (4.25), 218 (4.28), 219 (4.30), 226 (4.40), 236 (4.51); Juan José David Morín García: 66 (1.57), 71 (1.64), 132 (2.86), 135 (2.90), 136 (2.91), 184 (3.56), 187 (3.60), 241 (4.56 y 4.57), 243 (4.58), 250 (5.1), 251 (5.2), 260 (5.17); Banco de imágenes de Ediciones Castillo: pp. 28 (1.11), 30 (1.14), 101 (2.41), 105 (2.46), 125 (2.73), 130 (2.84), 153 (3.12), 177 (3.46a), 178 (3.47f y 3.47g), 189 (3.62), 215 (4.26), 255 (5.8c).

p. 25: (1.7) Coastal Taipan (*Oxyuranus scutellatus scutellatus*), Fotografía: © Allen McC, Creative Commons; p. 54: (1.40) Agujero en la capa de ozono sobre la Antártida, ID: GPN-2002-000117, © NASA; p. 63: (1.54) Método de la nomenclatura Química, Lavoisier, 1st. ed., París, 1787, Universidad de Carolina del Sur, USA; p. 95: (2.29) Filamento de Tungsteno, Fotografía: © Arnoldius, Creative Commons; p. 100: (2.39) Hindenburg, Fotografía: © Gus Pasquerella, USA; p. 154: (3.14) James Joule, Fotografía: © Henry Roscoe, Macmillan; p. 157: (sup. Izq.) y p.186: (3.59) Plato del Bien Comer, Norma Oficial Mexicana para la promoción y educación para la salud en materia alimentaria: NOM-043-SSA2-2005; p. 166: (3.30) Ronald Gillespie, 1924, Químico Orden de Canadá; p. 179: (3.49) Johann Josef Loschmidt, © Creative Commons, GNU Licencia de Documentación Libre; p. 258: (5.13) Mural, en el Templo de Bonampak, Chiapas, CONACULTA-INAH-MEX, reproducción autorizada por el Instituto Nacional de Antropología e Historia; p. 258: (5.14) Diego Rivera, Día de Muertos, detalle, 1923, D.R. © 2013 Banco de México, "Fiduciario" en el Fideicomiso relativo a los Museos Diego Rivera y Frida Kahlo. Av. 5 de Mayo No. 2, Col. Centro, Del. Cuauhtémoc 06059, Ciudad de México, reproducción autorizada por el Instituto Nacional de Bellas Artes y Literatura, 2013.

**Gráficos:** Jesús Emmanuel Urueta Cortés: pp. 51, 91 (2.24), 92 (2.25), 93 (2.26), 111 (2.53), 113 (2.55 y 2.56), 114 (2.57), 119, 120 (2.66), 121 (2.67), 125 (2.72), 126 (2.74 y 2.75), 133 (2.87), 149 (3.6), 150 (3.8), 156 (3.16), 165 (3.27 y 3.28), 167 (tabla 3.7), 169 (3.33), 170 (3.34 y 3.35), 171 (3.36, 3.37 y 3.38), 172 (3.39 y 3.40), 173 (3.41, 3.42), 174 (3.43), 175 (3.44), 185 (3.57), 186 (3.58), 191 (3.64), 212 (4.21 y 4.22), 223 (4.35), 232 (4.45), 233 (4.46), 239 (4.53), 245 (4.60). Sergio López Munguía (2.48).

**Ilustraciones:** Eloy Padilla Puga: pp. 23 (1.4), 83 (2.8 y 2.9), 85 (2.12), 87 (2.14 y 2.15), 88 (2.16), 89 (2.18 y 2.19), 90 (2.20, 2.21 y 2.22), 93 (2.27), 112 (2.54), 116 (2.62), 127 (2.76, 2.77 y 2.78), 128 (2.79 y 2.80), 129 (2.81), 131 (2.85); Ismael Silva Castillo: pp. 34 (1.19), 55 (1.41), 58 (1.46), 73 (1.66), 78 (2.2), 79 (2.3), 80, 81, 89 (2.17), 95 (2.31), 97 (2.34), 101 (2.43), 103 (2.45), 118 (2.64), 123 (2.69), 148, 156 (3.17), 157 (3.18), 158 (3.20), 207 (4.16 y 4.17), 208 (4.18), 216 (4.27), 229 (4.44), 262 (5.18 y 5.19), 263 (5.20 y 5.21), 267 (5.22); Fernando David Ortiz Prado: pp. 129 (2.82 y 2.83), 166 (3.29), 178 (3.47a); Víctor Duarte Alaniz: p. 35 (1.21 y 1.22); Francisco Javier González y García: p. 39 (1.25); Olenka Pérez Bravo: 123 (2.70), 147 (3.4), 151 (3.9), 155 (3.15), 183 (3.55); Sergio López Munguía (2.10); Abraham Balcázar Rodríguez (2.48).

**Cartografía:** Adela Calderón Franco y Lilita Raquel Ortiz Gómez: p. 73 (1.67)



Impreso en los talleres de  
Nombre de la empresa.  
Calle, núm., C.P.  
México, D.F.  
Abril de 2018.



DISTRIBUCIÓN GRATUITA  
PROHIBIDA SU VENTA

[www.edicionescastillo.com](http://www.edicionescastillo.com)  
[infocastillo@grupomacmillan.com](mailto:infocastillo@grupomacmillan.com)  
Lada sin costo: 01-800-536-1777

