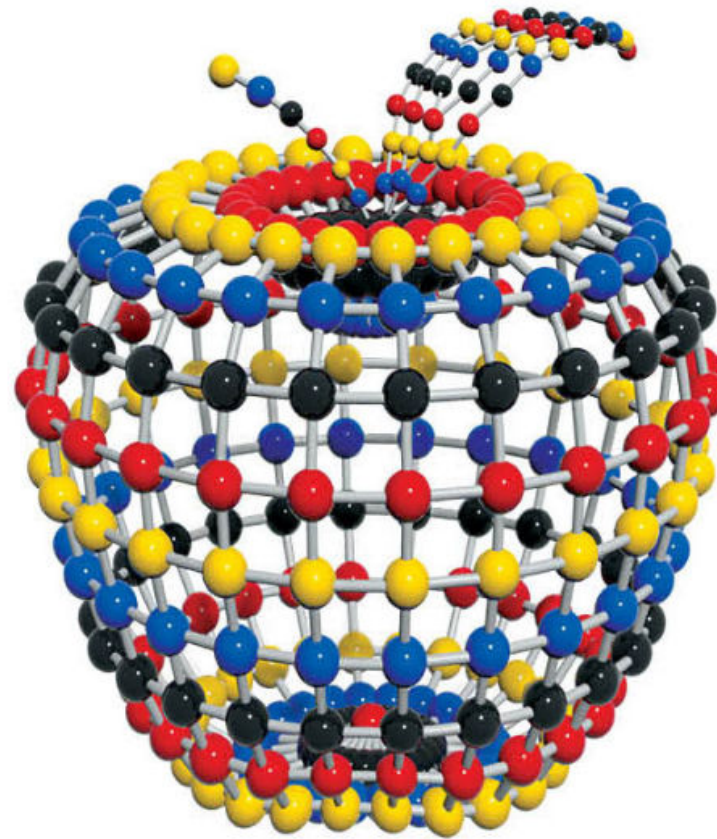


QUÍMICA

# Ciencias 3 Química

Plinio Sosa Fernández  
Nadia Méndez Vargas  
Rosa Islas Viguera



serie  
enlaces

castillo  
A Macmillan Education  
Company

VERSIÓN REVISADA  
Y ACTUALIZADA

Dirección editorial: Cristina Arasa | Subdirección editorial: Tania Carreño King | Subdirección de diseño: Renato Aranda | Gerencia de secundaria: Aurora Saavedra Solá | Coordinación editorial: Valeria Villamil | Edición: Angélica Cervantes y Valeria Villamil | Asistencia editorial: Andrés Mejía Pérez | Revisión técnica: Teresa Delgado | Colaboración: Miguel Ángel Jaime Vaconcelos | Corrección de estilo: Patricia Reynaga y Rubén Fischer | Diseño de la serie: Renato Aranda, Sahie García, Carina Haro y Gustavo Hernández | Concepto de portada: Renato Aranda | Coordinación de diseño editorial: Gustavo Hernández Jaime | Coordinación de operaciones: Gabriela Rodríguez Cruz | Coordinación de imagen: Ma. Teresa Leyva Nava | Supervisión de diseño: Gustavo Hernández Jaime | Investigación iconográfica: Judith Sánchez Durán y María Elena del Carmen Zavala Rivera | Diagramación: Capitulares | Ilustración: Fernando David Ortíz Prado y Ricardo Osnaya Rodríguez | Cartografía: Adela Calderón Franco y Lilita Raquel Ortíz 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 | Imagen de portada: Fernando Ortíz Prado | Digitalización y retoque: Juan Ortega Corona | Gerencia de Producción: Alma Orozco | Coordinación de producción: Ulyses Calvillo.

Primera edición: marzo de 2014

Cuarta reimpresión: abril de 2018

(Edición revisada)

*Ciencias 3. Química*

Texto D. R. © 2013, Plinio Sosa, Nadia Méndez y Rosa Islas

Todos los derechos reservados.

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

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.edicionescastillo.com](http://www.edicionescastillo.com)

[infocastillo@grupomacmillan.com](mailto: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: 978-607-463-732-8

ISBN: 978-607-463-944-5

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

## Serie ENLACES

El libro *Ciencias 3, Química* de la serie Enlaces se ha elaborado con el propósito de constituirse en un apoyo para el estudio de la asignatura. Sus contenidos se trabajan mediante secuencias didácticas articuladas que presentan actividades, así como explicaciones claras y precisas que posibilitan un tratamiento riguroso de los contenidos curriculares. De esta forma, pretendemos que el libro permita a los alumnos construir una base sólida para el desarrollo de las competencias en ciencias.

Considerando que la evaluación del aprendizaje de los educandos forma parte del nuevo horizonte de la educación pública y privada de nuestro país, la serie incorpora al final de cada secuencia y bloque un conjunto de reactivos diseñados con base en las pruebas para valorar los conocimientos, habilidades, actitudes y valores que se espera desarrollen los alumnos a lo largo de su educación básica. En este entendido, esperamos que los libros de esta serie contribuyan a que nuestros estudiantes obtengan los mejores resultados.

En síntesis, confiamos en que ustedes, maestras y alumnos, encontrarán en los libros de la serie Enlaces una herramienta útil para la formación de los ciudadanos del siglo XXI.

**Maestro:**

Conscientes de la preocupación que usted tiene por la formación escolar de sus alumnos, Ediciones Castillo ha diseñado este libro con la finalidad de ser una herramienta útil para su curso de Ciencias 3, Química, un referente para su elaboración le permitirá abordar los contenidos programáticos de esta asignatura. Las actividades están orientadas al desarrollo de competencias, favoreciendo los contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales, así como al desarrollo de habilidades cognitivas, como la predicción, observación, explicación, elaboración de modelos y argumentación. Se trata de que los estudiantes movilicen sus conocimientos, indaguen, cuestionen, analicen, comprendan y reflexionen en un ambiente colaborativo.

Como podrá observar, el contenido del libro está centrado en generar en el estudiante la disposición y capacidad de seguir aprendiendo, por lo que cuidamos un lenguaje acorde a su capacidad cognoscitiva y de comprensión, que fuera claro y sencillo para estimular la construcción del conocimiento, pensando siempre en ir de lo simple a lo complejo y de lo concreto a lo abstracto. En cada secuencia didáctica se presentan actividades donde los alumnos ponen en práctica la información antecedente; una apertura con contenidos cotidianos que rescatan los conocimientos previos; y durante el desarrollo avanzamos en los contenidos disciplinares para que al final del bloque tengan la oportunidad de autoevaluarse y coevaluarse.

Sabemos de antemano que a los estudiantes los motiva e interesa la parte experimental y estamos conscientes de que es a través de ella (de su reflexión y análisis) como se construye el conocimiento científico. Por tal razón, encontrará un sinnúmero de actividades que resultarán atractivas para ellos y los motivará a la investigación, colaboración y desarrollo del pensamiento crítico. Los experimentos propuestos incluyen materiales fáciles de conseguir, pensando que se puedan realizar en los diversos contextos del país. Asimismo, damos las indicaciones de las medidas de seguridad que deben tomar, así como el manejo de los residuos generados.

Al término de cada bloque se propone el trabajo por proyecto; al elaborarlo, el estudiante desarrolla habilidades superiores de pensamiento, como dar solución a un problema de su interés; planificar las acciones a seguir; elaborar un cronograma; establecer responsabilidades para la consecución del proyecto; buscar y organizar la información; diseñar prototipos que muestran su capacidad de innovación; comunicar la información de diversas formas; analizar su participación y la de sus compañeros, para finalizar con la búsqueda de condiciones de mejora del trabajo en equipo.

Agradecemos su elección y estamos seguros de que este libro representará un gran apoyo a sus actividades dentro del aula.

*Los autores.*

**Alumno:**

Mira a tu alrededor; lo que observas es una diversidad de objetos y de seres vivos. ¿De qué están formados?, ¿de qué están hechas las cosas? Todos los objetos y los seres vivos estamos constituidos de diversos materiales. Existen materiales conformados por varias sustancias combinadas entre sí (por ejemplo la sangre) y hay los que son una sola sustancia (como el oro). La Química es la ciencia que estudia cómo y por qué se transforman unas sustancias en otras, y todo lo relacionado con dichas transformaciones; sus orígenes son muy antiguos; sin embargo, es una ciencia activa y en continuo crecimiento.

La Química tiene una importancia fundamental para nuestro mundo: es la industria que fabrica los materiales de los distintos productos y mercancías que elabora la humanidad. Entre estos artículos se encuentran: ropa, medicinas, fertilizantes, pinturas, alimentos, baterías, pegamentos, juguetes, dispositivos electrónicos (pantallas de televisión, microchips, celdas solares) y, en general, todo tipo de materiales sin los cuales los avances de la vida moderna serían imposibles. Por todo lo anterior, es necesario entrenarse en el uso de esta disciplina.

En Ciencias 3 aprenderás acerca de las propiedades de las sustancias más comunes, pero indispensables de nuestro entorno, además de cómo obtener unas sustancias a partir de otras. Conocerás cómo se fabrican algunas de estas sustancias a nivel industrial y cuáles son sus aplicaciones en tu vida cotidiana.

El viaje a través de tu libro de *Ciencias 3, Química*, será una apasionante aventura, donde tu imaginación tendrá un papel importante, porque si hablamos a nivel de las partículas no es algo que pueda observarse a simple vista. Todas las sustancias están formadas por partículas pequeñísimas. Bajo ciertas condiciones, unas chocan con otras, intercambian electrones, y se separan o unen para formar otras partículas (esta vez, de otras sustancias). Estos choques tampoco podemos detectarlos a simple vista. Pero los efectos de tales interacciones son perfectamente tangibles en todas partes, ya que la Química es de colores, tiene sabor y olor: cabe en un matraz y en un reactor; sabe dulce y salado; huele a flor y a huevo podrido; es algodón y acero; es fría y caliente; es imán y es chispa; es campo y es urbe; es pasado y futuro; es electrón y estrella; es esto y mucho más. Es todo lo que se quiera.

El conocimiento generado por la Química es muy grande y aún no está finalizado, pues cada día se amplía con nuevos descubrimientos. Y a pesar de ser una ciencia actual, es de vital importancia conocer sus principios básicos y un poco de su historia, para reconstruirla, conocerla, y gracias a ésta saber qué sustancias tienen las cosas y cómo utilizarlas para nuestro propio beneficio y, desde luego, del ambiente.

Queremos que el libro que tienes ahora en tus manos te resulte interesante, divertido y útil. Asimismo, deseamos mostrarte cómo la Química puede transformar la vida y el entorno en nuestro planeta. Así, poseerás los conocimientos necesarios para tomar decisiones responsables y con criterio científico.

*Los autores.*



**Bloque 2**

**Entrada de bloque**

Tu libro de *Ciencias 3, Química* está dividido en cinco bloques. Cada uno inicia con una imagen alusiva al tema del bloque.

Además del título del bloque, se incluyen los aprendizajes esperados, así como las competencias, los contenidos y los temas de relevancia social que se trabajan en él.

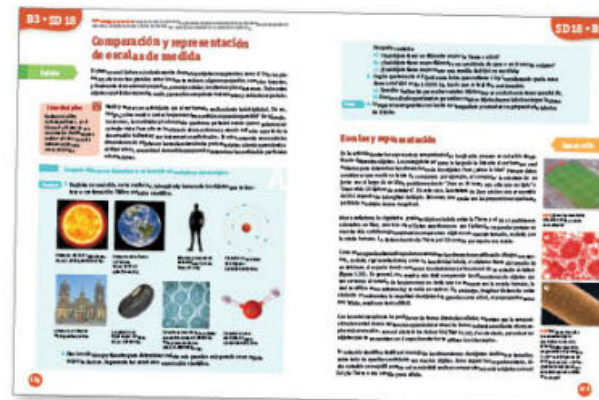
**Secuencia didáctica**

El libro está organizado en secuencias didácticas, en las cuales se distribuyen los contenidos. Están estructuradas en tres momentos: inicio, desarrollo y cierre.



**Inicio**

Cada secuencia didáctica inicia con una breve introducción y una actividad para recuperar tus conocimientos previos o en donde se plantea una situación problemática relacionada con el contenido que se estudiará.

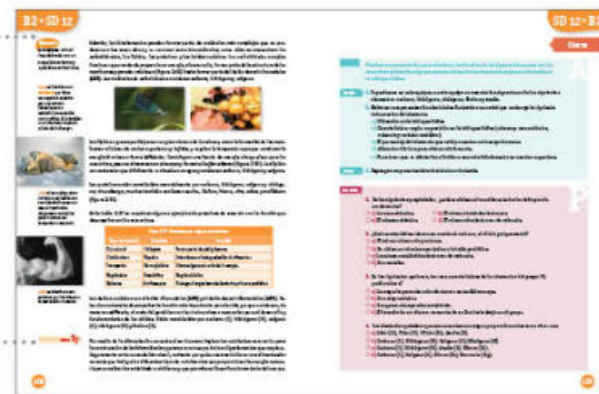


**Actividad**

Las actividades están ligadas con cada tema y te ayudarán a construir tus propios conocimientos. En cada actividad se plantea el propósito de la misma. Se incluyen también actividades experimentales, las cuales podrás llevar a cabo en el laboratorio, en el salón de clases e incluso en casa.

**Glosario**

En esta sección encontrarás la explicación o definición de algunos conceptos que te serán útiles para entender mejor los contenidos del curso.



**Cierre**

Cada secuencia didáctica finaliza con una actividad cuyo propósito es que repases y apliques lo que has aprendido. En muchas ocasiones retoma lo planteado en la actividad de inicio.

**Interdisciplina**

Esta sección te vinculará con asignaturas que tienen relación con los temas que estás trabajando y que te recordará en qué momento debes consultarlos para que consigas relacionar tu aprendizaje.

Los conceptos y términos importantes aparecen resaltados en el texto.

**Transversalidad**

Los iconos de temas transversales te indicarán los contenidos de relevancia social que se trabajan en ese momento, como educación ambiental para la sustentabilidad, educación para la salud, entre otros.



Presentación de la serie ENLACES .....	3
Presentación para el maestro y el alumno .....	4
Conoce tu libro .....	6

## Bloque 1. Las características de los materiales ..... 14

<b>Secuencia 1</b> <b>La ciencia y la tecnología en el mundo actual</b> .....	16
Ciencia y tecnología, ¿qué son? .....	17
Relación de la Química y la tecnología con el ser humano, la salud y el ambiente .....	17
Química .....	18
La Química y los medios de comunicación .....	21
<b>Secuencia 2</b> <b>Identificación de las propiedades físicas de los materiales</b> .....	24
Propiedades cualitativas .....	25
Propiedades cuantitativas .....	27
Propiedades extensivas .....	28
Propiedades intensivas .....	29
<b>Secuencia 3</b> <b>Experimentación con mezclas</b> .....	36
Homogéneas y heterogéneas .....	37
Concentración y propiedades de las mezclas .....	39
<b>Secuencia 4</b> <b>Métodos de separación de mezclas con base en las propiedades físicas de sus componentes</b> .....	44
Mezclas y el descubrimiento del ácido acetilsalicílico .....	46
Métodos para separar mezclas heterogéneas .....	47
Métodos para separar mezclas homogéneas .....	48
<b>Secuencia 5</b> <b>¿Cómo saber si la muestra de una mezcla está más contaminada que otra?</b> .....	54
Contaminación de una mezcla .....	55
Toxicidad .....	56
Concentración de las sustancias en los materiales y sus efectos .....	57
Toma de decisiones relacionada con la concentración y sus efectos .....	59
Toma de decisiones relacionada con la contaminación de una mezcla .....	60
<b>Secuencia 6</b> <b>Primera revolución de la Química</b> .....	64
El carácter tentativo del conocimiento científico .....	65
Aportaciones de Lavoisier: la Ley de conservación de la masa .....	68
PROYECTOS	
¿Cómo funciona una salinera y cuál es su impacto en el ambiente? .....	70
¿Qué podemos hacer para recuperar y reutilizar el agua del ambiente? .....	73
Evaluación PISA .....	76
Autoevaluación y coevaluación .....	79

## Bloque 2. Las propiedades de los materiales y su clasificación química ..... 80

<b>Secuencia 7</b> <b>Clasificación de los materiales</b> .....	82
Mezclas y sustancias puras: compuestos y elementos .....	83
La naturaleza corpuscular de las sustancias .....	86
Mezclas, compuestos y elementos a la luz del modelo corpuscular .....	87
<b>Secuencia 8</b> <b>Estructura de los materiales</b> .....	90
Los espectros atómicos .....	91
Modelo atómico de Bohr .....	92
Partículas subatómicas .....	93
Electrones de valencia .....	94
<b>Secuencia 9</b> <b>Enlace químico</b> .....	98
Estructura de Lewis .....	99
Representación de iones .....	100
Representación de moléculas .....	100
Representación de compuestos .....	101
<b>Secuencia 10</b> <b>¿Cuál es la importancia de rechazar, reducir, reusar y reciclar los metales?</b> .....	104
Propiedades de los metales .....	106
Las aplicaciones tecnológicas de los metales .....	107
Toma de decisiones relacionada con rechazo, reducción, reúso y reciclado de metales .....	110
<b>Secuencia 11</b> <b>Segunda revolución de la Química</b> .....	114
El orden en la diversidad de las sustancias:	
aportaciones del trabajo de Cannizzaro y Mendeleiev .....	115
Las aportaciones de Cannizzaro .....	116
La aportación de Mendeleiev .....	117
El largo y sinuoso camino de la ciencia .....	118
<b>Secuencia 12</b> <b>Tabla periódica: organización y regularidades de los elementos químicos</b> .....	120
Regularidades en la tabla periódica de los elementos químicos representativos.	
Carácter metálico, valencia, número y masa atómica .....	121
Importancia de los elementos químicos para los seres vivos .....	127
<b>Secuencia 13</b> <b>Enlace químico</b> .....	130
Modelos de enlace: covalente e iónico .....	131
El enlace iónico .....	131
El enlace covalente .....	132
Relación entre las propiedades de las sustancias con el modelo de enlace: covalente e iónico .....	134
PROYECTOS	
¿Cuáles elementos químicos son importantes para el buen funcionamiento de nuestro cuerpo? .....	136
¿Cuáles son las implicaciones en la salud o el ambiente de algunos metales pesados? .....	139
Evaluación PISA .....	142
Autoevaluación y coevaluación .....	145

## Bloque 3. La transformación de los materiales: la reacción química ..... 146

<b>Secuencia 14</b> Identificación de cambios químicos y el lenguaje de la química ..... 148	148
Cambios químicos y tipos de reacciones químicas ..... 150	150
Representación de reacciones químicas (ecuación química) ..... 152	152

<b>Secuencia 15</b> Manifestaciones y representación de reacciones químicas (ecuación química) ..... 154	154
Balanceo por tanteo ..... 156	156
La energía de las reacciones químicas ..... 157	157
Reacciones exotérmicas y endotérmicas ..... 158	158

<b>Secuencia 16</b> ¿Qué me conviene comer? ..... 160	160
La caloría como unidad de medida de la energía ..... 162	162
Toma de decisiones relacionada con: los alimentos y su aporte calórico ..... 163	163
Consumo calórico según edad, sexo y actividad ..... 163	163

<b>Secuencia 17</b> Tercera revolución de la Química ..... 166	166
Tras la pista de la estructura de los materiales: aportaciones de Lewis y Pauling ..... 167	167
Estructura de Lewis, regla del octeto y estabilidad ..... 167	167
Pauling: la electronegatividad o la atracción de electrones en los enlaces ..... 171	171
Polaridad ..... 171	171
Uso de la tabla de electronegatividad ..... 173	173

<b>Secuencia 18</b> Comparación y representación de escalas de medida ..... 176	176
Escala y representación ..... 177	177
Dimensiones de los átomos y las moléculas ..... 178	178
Unidad de medida: mol ..... 179	179

PROYECTOS	
¿Cómo elaborar jabones? ..... 182	182
¿De dónde obtiene la energía el cuerpo humano? ..... 185	185
Evaluación PISA ..... 188	188
Autoevaluación y coevaluación ..... 191	191

## Bloque 4. La formación de nuevos materiales ..... 192

<b>Secuencia 19</b> Importancia de los ácidos y las bases en la vida cotidiana y en la industria ..... 194	194
Ácidos y bases en materiales de uso cotidiano ..... 195	195
Indicadores de acidez y basicidad ..... 195	195
Ácidos y bases en el cuerpo humano ..... 197	197
Los ácidos y las bases en la industria química ..... 198	198

<b>Secuencia 20</b> Propiedades y representación de ácidos y bases ..... 200	200
Reacciones ácido-base ..... 201	201
Modelo de Arrhenius de ácidos y bases ..... 203	203
La escala de pH ..... 205	205

<b>Secuencia 21</b> ¿Por qué evitar el consumo frecuente de los "alimentos ácidos"? ..... 208	208
La acidez estomacal y la gastritis ..... 209	209
Toma de decisiones relacionadas con la importancia de una dieta correcta ..... 210	210

<b>Secuencia 22</b> Importancia de las reacciones de óxido y de reducción ..... 214	214
Características y representaciones de las reacciones redox ..... 217	217

<b>Secuencia 23</b> Número de oxidación ..... 222	222
Ejemplos de reacciones redox ..... 224	224

PROYECTOS	
¿Cómo evitar la corrosión? ..... 228	228
¿Cuál es el impacto de los combustibles y posibles alternativas de solución? ..... 231	231
Evaluación PISA ..... 234	234
Autoevaluación y coevaluación ..... 237	237

## Bloque 5. Química y tecnología ..... 238

PROYECTOS. AHORA TÚ EXPLORA, EXPERIMENTA Y ACTÚA	
¿Cómo se sintetiza un material elástico? ..... 240	240
¿Qué aportaciones a la química se han generado en México? ..... 243	243
¿Cuáles son los beneficios y riesgos del uso de fertilizantes y plaguicidas? ..... 246	246
¿De qué están hechos los cosméticos y cómo se elaboran? ..... 249	249
¿Cuáles son las propiedades de algunos materiales que utilizaban las culturas mesoamericanas? ..... 252	252
¿Cuál es el uso de la química en diferentes expresiones artísticas? ..... 255	255
¿Puedo dejar de utilizar los derivados del petróleo y sustituirlos por otros compuestos? ..... 258	258

Bibliografía para el alumno ..... 261	261
Bibliografía para el maestro ..... 262	262
Referencias electrónicas ..... 263	263
Créditos iconográficos ..... 264	264

# Bloque 1

## 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 las limitaciones de la ciencia y del desarrollo tecnológico en diversos contextos

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

## Temas transversales

- Educación ambiental para la sustentabilidad
- Educación del consumidor



Las características de los materiales

Autunite (mineral fosforescente).



## La ciencia y la tecnología en el mundo actual

### Inicio

En esta secuencia describiremos algunas aportaciones y estudiaremos la actitud de las personas hacia la Química y la tecnología. Tal vez se te ocurra preguntar, ¿qué es la Química?, ¿cómo se utiliza? Los seres humanos hemos aplicado y utilizado el conocimiento generado por este campo de la ciencia, gracias al cual se han producido diversos materiales que usamos todos los días. Un ejemplo es el plástico, que es muy útil en la actualidad, como revisaremos en la siguiente actividad.

Analiza las aplicaciones de los plásticos en nuestra sociedad y las consecuencias de su uso para el ambiente.

**Individual** 1. Observa las imágenes y contesta en tu cuaderno.



- Propón un ejemplo en que utilices un objeto de plástico en diferentes áreas de consumo (empaque, construcción, electrónica, muebles, electrodomésticos, juguetes y artículos de recreación, entre otras), describe el beneficio de su uso, sugiere otro material con el que podrías sustituirlo y las razones que tienes para que dicho material no se utilice.
- ¿Cómo se relaciona la tecnología con la elaboración de productos plásticos?
- ¿Qué consecuencias para el ambiente tiene el uso indiscriminado de plásticos?

2. Al convertirse en desechos, los plásticos tienen la desventaja de que tardan muchos años en degradarse. Como alternativa se han desarrollado plásticos que se degradan con la acción de la luz, debilitándolos y dejándolos listos para que los microorganismos los descompongan; ¿qué otras alternativas propondrías para solucionar los problemas que los plásticos representan para el ambiente?

**Grupo** 3. Comenten sus respuestas en grupo con ayuda de su maestro.

### Desarrollo

#### Ciencia y tecnología, ¿qué son?

¿Sabes cómo se calculó la distancia de la Tierra al Sol? En la actualidad se sabe que la distancia entre ambos es de cerca de 150 millones de kilómetros. Claro que es una distancia enorme, pero lo asombroso de este dato es la manera en que pudo calcularse si nadie la ha recorrido (figura 1.1).

¿Cómo ha hecho el ser humano para saber tantas cosas sobre sistemas o eventos aparentemente inaccesibles, inalcanzables e incluso invisibles? La respuesta es: observando y razonando esos fenómenos. Sin embargo, la observación no es mera contemplación, es una actividad intencionada, tiene un propósito y, por tanto, requiere el diseño de experimentos para obtener la información que se busca.

La ciencia es una actividad humana cuyo propósito es explicar los fenómenos naturales siguiendo un método sistemático de razonamiento que involucra el registro de observaciones, el planteamiento de hipótesis (posibles explicaciones), el diseño y la realización de experimentos (que permitan comprobar las hipótesis), el análisis de resultados, la elaboración de conclusiones y, en muchas ocasiones, el planteamiento de nuevas hipótesis o el diseño de teorías y modelos que expliquen los fenómenos observados.

Una vez que se consiguen explicaciones fundamentadas de los fenómenos, ¿qué se hace con ellas? A veces estos conocimientos se aplican al desarrollo de la tecnología para producir bienes que satisfagan las necesidades de los seres humanos. Y en otros casos el conocimiento generado es precursor de otros más.

Tal es el caso de los plásticos que se han diseñado a partir de la aplicación de los conocimientos que genera la ciencia, porque estos materiales imitan las características elásticas del hule, pero de las modificaciones del material ha surgido una amplia variedad: los hay duros, blandos, rígidos, flexibles, densos, ligeros, transparentes, opacos y duraderos, entre otros. Por su parte, la tecnología los ha producido a gran escala y se han convertido en materiales comunes para bolsas, envases, juguetes, recipientes, cubiertas, envolturas, recubrimientos, etcétera (figura 1.2).

La fabricación de plásticos es una de las muchas aplicaciones tecnológicas de la Química. Además, prácticamente todos los materiales que nos rodean los producen las industrias químicas: fertilizantes, medicamentos, objetos extraídos de la industria minero-metalúrgica y petrolera, así como alimentos, pinturas, cosméticos, computadoras y papel, entre muchos otros.

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

La ciencia influye en la tecnología y viceversa; en algunas ocasiones los avances tecnológicos impulsan a la ciencia y, en otras, son los nuevos conocimientos científicos los que marcan el rumbo de la tecnología. Por ello es difícil concebirlas de manera separada, pues ambas interactúan constantemente. Y se suma, de manera importante, la sociedad, que establece las necesidades que se deben satisfacer, así como los contextos históricos y culturales que hacen avanzar a la ciencia. El grado en que se relacionan las tres dependerá del tiempo y lugar en el que se desarrollan; esto es, de acuerdo con los conocimientos y las necesidades de cada época.



1.1 La nebulosa de la Hélice se ubica a unos 680 años luz de distancia de la Tierra. Los datos acerca del Universo son el resultado de investigaciones científicas.



1.2 El kevlar, cuyas partículas se acomodan de forma semejante a la de los plásticos que conoces, es un material cinco veces más fuerte que el acero y tan liviano, que se utiliza para construir algunas partes de aviones y en los chalecos antibalas.

Por consiguiente, no es extraño reconocer que las ideas con que explicamos el mundo muchas veces son consecuencia de los avances científicos. Del mismo modo, el estilo de vida de cada época responde a los recursos tecnológicos del momento.

Por ejemplo, en el ámbito de la salud los antibióticos han sido esenciales para evitar la muerte de los seres humanos debida a infecciones bacterianas. En la Antigüedad, una infección podía ser mortal, incluso una simple gripe podía causar la muerte. En 1859 Louis Pasteur logró identificar que el origen de las enfermedades infecciosas se debía a la proliferación de microorganismos patógenos en alguna parte del cuerpo humano.



1.3 Alexander Fleming (1881-1955), médico y bacteriólogo británico.

En 1928 Alexander Fleming (figura 1.3) observó que un hongo verdoso crecía en sus cultivos de bacterias, pero que uno en particular no permitía el crecimiento de éstas debido a la liberación de una sustancia, esta observación lo llevó a descubrir la penicilina. Fue en 1940 que Howard Florey y Ernest Chain lograron aislar y producir la penicilina en cantidad suficiente para usarla, convirtiéndola en el primer antibiótico de uso común; dos años después, en 1942, Margaret Hutchinson-Rousseau diseñó la primera planta de producción masiva de penicilina.

Aunque hoy día la penicilina es un antibiótico común, antes el proceso por el que se obtenía no era adecuado para su producción en grandes cantidades. Por fortuna, ahora contamos con una importante gama de antibióticos que combaten muchas infecciones y existe una buena infraestructura para distribuirlos a toda la población.

#### Sustentabilidad **T**

Gracias a la tecnología se han construido enormes plantas industriales para fabricar toneladas de medicamentos que puede consumir gran parte de la población. Para que te des una idea de la importancia de estos avances científicos y tecnológicos, piensa que en 1910 era común que las personas murieran jóvenes; en esa época la esperanza de vida era de 35 años. En la actualidad esa cifra ha aumentado no sólo gracias a la invención de antibióticos y medicinas sino de muchos otros descubrimientos, producto del trabajo conjunto de ciencia y tecnología.

### Química

La relación de la Química y la tecnología ha permitido que pueda investigarse la composición de los materiales, que están constituidos por una o varias sustancias. A simple vista no podemos determinar los componentes de un material ni tampoco saber qué tipo de átomos contienen las sustancias; para obtener esa información se necesitan instrumentos y técnicas especiales (que también son resultado de la tecnología).

¿De qué manera nos ayuda la Química a conocer las sustancias de las que están hechos los materiales? En algunos casos nos permite conocer las propiedades de las sustancias que conforman los materiales, aislar las sustancias de algunos productos naturales y estudiar sus beneficios; además, propone metodologías para reproducirlas en el laboratorio y obtiene sustancias y materiales nuevos con características deseadas. Por tanto, la Química es la ciencia que estudia la materia, sus propiedades y sus transformaciones.

Con ayuda de la Química se han producido materiales útiles para la sociedad, como fuselajes de avión, envolturas de plástico, fertilizantes, cosméticos, medicinas, pinturas, conservadores para alimentos, equipos médicos sofisticados, ropa a prueba de fuego o para soportar bajas temperaturas, entre otros (figura 1.4).



1.4 Existen prototipos de robots diminutos que pueden desplazarse por el torrente sanguíneo para localizar tumores malignos a los cuales administran medicamentos para eliminarlos.

Reflexiona acerca de la importancia del desarrollo tecnológico para el bienestar cotidiano.

- Individual** 1. Imagina que saldrás a un campamento durante 10 días. Elabora una lista de los artículos que llevarías en una mochila pequeña (considera aquellos que cubran tus necesidades básicas).
- Grupo** 2. Reflexionen y contesten.
- ¿Qué tan importante es la intervención de la ciencia y la tecnología en la elaboración de los artículos de la lista que cubren sus necesidades básicas?
  - ¿Cómo afecta al ambiente el uso de esos artículos?
  - ¿Qué papel desempeña la Química en el ámbito de la salud?
3. Redacten una conclusión.

Es probable que con la actividad anterior te hayas dado cuenta de que muchos de los artículos que utilizas para cubrir tus necesidades son resultado del trabajo conjunto de la ciencia y la tecnología. Esta relación es una gran aliada del ser humano pero, a veces, los conocimientos o resultados que surgen de ésta han tenido consecuencias negativas, como efectos perjudiciales para el ambiente (figura 1.5).

En muchos casos, la producción de materiales y sustancias ha tenido como consecuencia la sobreexplotación de los recursos naturales y generado un deterioro ambiental (por ejemplo, contaminación) que amenaza la conservación de recursos no renovables, así como la gran variedad de fauna y flora del planeta. No hay que olvidar que el ser humano es quien controla la ciencia y la tecnología para su beneficio, al mismo tiempo es responsable de los efectos negativos que causen, pero ¿será posible que haya alternativas para evitarlos?

En el futuro los seres humanos tendremos que aprender no sólo a generar conocimiento y aplicarlo —como lo hemos estado haciendo desde hace mucho—, también debemos aprender a minimizar el impacto en el ambiente con todo lo que producimos, además de tomar decisiones informadas y responsables para garantizarlo.

Por ejemplo, hace algunas décadas se encontró que, para hacer gasolinas más eficientes en la combustión (eliminando las explosiones en el motor), había que agregarles como antidetonante una sustancia con plomo, que impide la explosión de la gasolina dentro del tanque, además de que mejora el proceso de combustión.

Sin embargo, después de un tiempo algunos investigadores se percataron de que el plomo se eliminaba junto con los gases de combustión que salían de los escapes de los automóviles, lo que contaminaba el aire, y que al respirar los gases producto de la combustión de este tipo de gasolinas se ocasionaban graves daños a la salud, porque el plomo, en general, es muy tóxico para los seres vivos.



1.5 En México cada año se generan 40 millones de toneladas de residuos sólidos; con esta cantidad podría llenarse diariamente tres veces el Estadio Azteca.

#### Sustentabilidad **T**

#### Te recomendamos

Leer el libro *Ríos*, José Luis de los, *Químicos y química*, México, FCE, SEP, Conacyt, 2011 (La Ciencia para Todos), que describe biografías de los químicos más importantes y muestra la evolución de la química.

**Te recomendamos**

Leer el artículo de Medina, Roselia, "Plásticos biodegradables", en *¿Cómo ves?*, núm. 79, 2005, disponible en <http://edutics.mx/ZFX> y Sosa, Ana María, "Los plásticos: materiales a la medida", en *¿Cómo ves?*, núm. 43, 2002, disponible en <http://edutics.mx/ZFB> (Consultadas: 17 de junio de 2016).

**Sustentabilidad**

Hoy en día se produce la gasolina libre de plomo y el daño al ambiente ha disminuido en ese aspecto. Con este ejemplo es posible reconocer que el ser humano consiguió un beneficio al mejorar la combustión de la gasolina, pero también fue responsable de los impactos negativos que se presentaron después en la salud de algunas personas. Este daño dependía de la cantidad y frecuencia a la exposición de los gases contaminantes de plomo; algunos efectos nocivos producidos por la exposición al plomo son dolor de cabeza y estómago, dolor muscular, en las articulaciones y afectaciones graves en riñones e hígado, entre otros.

Por ello, siempre hay que considerar que los avances de la ciencia y la tecnología pueden tener efectos negativos y se debe tratar de prevenirlos, o bien, aminorarlos. Tú como estudiante también puedes contribuir en la prevención de cualquier daño ambiental desde tu casa o escuela y por el bien de tu comunidad. Por ejemplo: si vives cerca de lagos o ríos, ayuda a evitar su contaminación; contribuye en tu casa separando y reciclando los desechos, y exhorta a tu familia a participar en estas acciones.

**Comprueba si algunos plásticos se disuelven en agua y relaciona que algunas aportaciones de la Química y la tecnología ofrecen alternativas de solución para algunos problemas ambientales.**

**Material**

Bolsas de plástico de alcohol polivinílico (éstas se utilizan en los hospitales para guardar las prendas hospitalarias sucias) o bien haz una capa delgada de resistol blanco y déjala secar (éste es un tipo de material con características parecidas al de la bolsa), un trozo de plástico de botellas para agua (PVC), una liga y cualquier otro material plástico, 3 vasos de precipitados, una parrilla de calentamiento, hielo y un paño.

**Medidas de seguridad**

Tengan cuidado al manipular los objetos que contengan agua caliente y usen un paño para sostener el vaso.

**Procedimiento**

**Equipo**

1. En un vaso de precipitados viertan agua a temperatura ambiente, en el segundo vaso agua con hielos y en el tercero, agua caliente.
2. Dividan en cuatro trozos cada material plástico, o la capa delgada de resistol, y coloquen uno en cada vaso; el cuarto será la referencia que usarán para contrastarlos. Sumérjanlos por 10 minutos, luego retírenlos de los vasos y compárenlos con el cuarto trozo.

**Análisis de resultados**

3. Elaboren en su cuaderno una tabla comparativa con los resultados y describan lo que sucede al sumergir en agua cada trozo de plástico.

**Tabla 1.1 Registro de resultados**

	Agua a temperatura ambiente	Agua con hielos	Agua caliente
Plástico de alcohol polivinílico o capa delgada de resistol			
Plástico de botella (PET)			
Un trozo de liga			
Un trozo de cualquier otro plástico			

4. Contesten lo que se pide a continuación.
  - a) ¿Consideran que la solubilidad de estos materiales en agua tendría beneficios en el ambiente? ¿De qué manera?
  - b) ¿El plástico dejó de existir? Justifiquen su respuesta.
  - c) ¿Consideran que es una solución al problema ambiental disolver el plástico en agua o generar otro? Justifiquen su respuesta.

**Manejo de residuos**

Coloquen los trozos de plástico en los contenedores que se destinan a su reciclado y el agua restante no la tiren en la tarja, coléctenla en un recipiente debidamente etiquetado para su posterior disposición: evaporar el agua para extraer el sólido que también se colocará en algún contenedor para su reciclaje.

**La Química y los medios de comunicación**

Todos los nuevos materiales y productos en general se acompañan de una campaña de publicidad para que las personas los conozcan y consuman (figura 1.6). La información que se difunde en los medios de comunicación (televisión, radio, periódico, internet y revistas) tiene un gran impacto en las ideas que adquirimos acerca de lo que sucede en el mundo, en el país o en nuestra comunidad, y además, en lo que consumimos. No obstante, debes considerar que muchas de estas ideas responden a opiniones personales o intereses de las empresas y no a estudios científicos elaborados de manera rigurosa. En muchas ocasiones se generan actitudes de rechazo hacia la ciencia (la Química en particular) y la tecnología.

Por ello analiza con un pensamiento crítico la publicidad y los comerciales, ten en cuenta los argumentos que presentan y la información con la que te "bombardean" todos los días los medios de comunicación.

Al principio debes analizar si la información parte de datos precisos y verificables, como fechas, cantidades, estudios o artículos científicos. Por otro lado, confronta la información con los conocimientos que has adquirido y así lograrás distinguir las ideas falsas. Recuerda que entre más información y conocimientos adquieras, tendrás más elementos para aceptar o rechazar ideas, productos o los hechos que presentan las campañas publicitarias. Asimismo es importante la fuente de consulta que utilices para investigar las ventajas o desventajas de algún producto y comprobar su veracidad; consulta libros, revistas científicas y portales en internet de instituciones gubernamentales y universidades, entre otras.



**1.6** Investiga e infórmate acerca de los productos que consumes.

**Te recomendamos**

Conocer algunos prejuicios hacia la Química con el artículo de Talanquer, Vicente, "La química en el siglo XXI" en *¿Cómo ves?*, núm. 12, 1999, disponible en <http://edutics.mx/JeX> (Consulta: 24 de enero de 2017).

Analiza la influencia de los medios y recopila la opinión de las personas acerca de productos como las pilas.

Parejas

1. Reúnete con un compañero y realicen una encuesta en la comunidad, escuela o con sus familiares, de manera que obtengan la opinión de 10 personas. Deben aplicar el siguiente cuestionario a cada encuestado:

- ¿Has utilizado pilas (como las alcalinas, tipo pluma o AA)?, ¿con qué frecuencia las usas?
- ¿Cuáles pilas consumes, las que se anuncian en televisión y otros medios o las económicas que se consiguen en el mercado informal?
- ¿Qué opinas de algunas frases anunciadas en radio, televisión e internet, y en revistas y periódicos, como “estas pilas duran más”, “no se confunda, nuestras pilas son las mejores”, o la de la imagen?
- ¿Procuras leer los instructivos para el buen uso de las pilas en tus aparatos electrónicos?
- ¿Sabías que las pilas económicas o de marca dudosa son más dañinas?
- ¿Conoces las consecuencias de desechar las pilas en el ambiente? Menciona algunas.
- ¿Consideras que es verídico todo lo que se dice en los medios de comunicación acerca de los daños que las pilas pueden causar en el ambiente? ¿Por qué?



2. A partir de las respuestas de sus encuestados elaboren gráficas de barras o de pastel para analizar:

- a) Con qué frecuencia utilizan pilas alcalinas.
- b) Cuántos encuestados prefieren usar pilas económicas en lugar de las de marca.
- c) Cuánto saben acerca de las consecuencias de desechar pilas al ambiente.
- d)Cuál es la percepción (negativa o positiva) hacia fuentes de energía química, como las pilas.

3. Busquen un mensaje publicitario de algún producto relacionado con la Química y la tecnología y analicen si los argumentos que presenta son verídicos.

Grupo

4. Con ayuda de su maestro escriban las conclusiones obtenidas luego del análisis de la encuesta que efectuaron y expongan el mensaje publicitario que analizaron.

#### Interdisciplina

En tu curso de Ciencias 2 aprendiste que una de las formas de energía es la nuclear, la cual tiene múltiples usos, aunque no todos resultaron beneficios para el ser humano. ¿Piensas que el desconocimiento de estos beneficios por parte de algunas personas fomenta una visión negativa hacia la Química?

Después de haber realizado la actividad anterior, piensa: ¿la Química es buena o mala? Si nos referimos a los casos en los que se consideró que la Química ha tenido efectos negativos, debe considerarse que es el ser humano quien la utiliza y quien decide acerca del uso que le dará. Por ello es importante que tomes decisiones informadas y consumas productos de manera responsable.

Cierre

Como te has dado cuenta, existe una relación directa y proporcional entre las ventajas y los beneficios de contar con cierto producto y las consecuencias de su fabricación y uso; a esto se le conoce como **costo-beneficio**. La intención de la ciencia no es generar problemas sino, por el contrario, solucionar los que existen. Sin embargo, en ocasiones es inevitable que los avances científicos generen problemas que no se tenían contemplados.

Aplica los conocimientos y decide acerca del cuidado del ambiente.

Individual

1. Contesta de nuevo la situación que se presenta en la actividad de inicio (página 16).

a) ¿Qué otras alternativas propondrías para solucionar los problemas que provocan los plásticos en el ambiente?

2. Muchas empresas recurren a la ciencia y la tecnología para generar los productos que consumimos. En otras trabajan químicos que preparan productos con mejores propiedades o le añaden nuevos atributos para hacerlos más atractivos y competitivos en el mercado; por ejemplo, hace muchos años la industria química fabricaba jabón que simplemente limpiara el material con el que estuviera en contacto, pero hoy los jabones no sólo se limitan a limpiar, también buscan humectar, suavizar, entre otros beneficios. Por ello se les añaden esencias, colores distintos, chispitas, suavizantes, perfumes, y muchas cosas más. Todas estas características son promovidas comercialmente para incrementar las ventas del producto. De acuerdo con esta información reflexiona y contesta:

- a) ¿Cómo influyen los medios de comunicación en el consumo de productos?
- b) ¿Consideras que es indispensable que el jabón contenga aroma, color, chispitas y otras características para cumplir con su función? Justifica.
- c) ¿Qué validez científica le otorgas a los comerciales que promueven el consumo de productos que usamos de manera cotidiana?

3. A partir de las respuestas anteriores redacta una conclusión sobre la importancia de las aportaciones del conocimiento químico y tecnológico en la satisfacción de necesidades básicas, en la salud y el ambiente.

Grupo

4. Al terminar, y con ayuda de su maestro, discutan acerca de cómo influyen los medios de comunicación en las actitudes de las personas hacia la Química y la tecnología. Escriban en su cuaderno las ideas principales.

PRÁCTICA

1. La Química se define como la ciencia que estudia:

- a) Las propiedades físicas de la materia y los átomos que se involucran en dichas transformaciones.
- b) Las propiedades energéticas de la materia y las propiedades físicas que se involucran en dichas transformaciones.
- c) Las propiedades y transformaciones internas de la materia, así como la energía que se involucra en dichas transformaciones.
- d) Las propiedades del cambio de las disoluciones y coloides, así como la energía que se involucra en el proceso de dicha transformación.

## Identificación de las propiedades físicas de los materiales

### Inicio



Las losetas que recubren los transbordadores espaciales son de cerámica; este material permite que absorban la gran cantidad de energía que provoca la fricción con el aire y, al mismo tiempo, protegen la estructura inferior.

Todo el tiempo estamos en contacto con materiales y podemos percibirlos por medio de los sentidos. Los materiales están formados por una o más sustancias. Desde la Antigüedad el ser humano se ha dado a la tarea de clasificar los materiales de acuerdo con distintos criterios para obtener información que le permita resolver problemas y satisfacer sus necesidades. Sin embargo, esta labor no ha sido fácil, porque para identificar y clasificar algo es necesario conocerlo y nuestros sentidos sólo perciben algunas de sus características exteriores, como color, olor, sabor o textura.

Por lo anterior es común que describamos muchos materiales como coloridos u opacos, duros, blandos, frágiles, ásperos, suaves, de sabor amargo, dulce o salado, pero existen algunos, como el aire, que no tienen color, olor ni sabor y por consiguiente no podemos describirlos tan fácilmente. Cada material y sustancia tienen distintas **propiedades**, es decir, un conjunto de rasgos que los distinguen de otros materiales y sustancias (figura 1.7). En esta secuencia clasificarás los materiales según sus propiedades: las que detectas con los sentidos y aquellas en las que se requiere ayuda de algún instrumento para determinarla.

Gran parte de los alimentos que consumimos, como los lácteos, las bebidas de frutas, los productos cárnicos, los enlatados, e incluso los de panadería, antes de ser comercializados se someten a distintas pruebas que permiten evaluar si son adecuados para el consumo humano. Es decir, un alimento debe cumplir, en esencia, con tres cualidades: sensoriales, de higiene y de composición química. Como su nombre lo indica, el análisis sensorial de alimentos involucra aquellas cualidades que se perciben con los sentidos, muchas compañías de alimentos efectúan este tipo de análisis a todos sus productos; así se prevé si un producto puede ser consumido o no con seguridad por las personas.

Identifica la variación en la percepción de los sentidos de un grupo de personas para clasificar bebidas con diferentes grados de dulzor.

#### Material

Marcador, refresco de 600 mL sabor lima o limón, sin color, botella de agua mineral de 600 mL, 5 vasos pequeños, transparentes y desechables, 6 cucharas desechables, probeta o taza medidora y colorante vegetal comestible.

#### Medidas de seguridad

Es importante que consideren que en las actividades experimentales sólo deberán ingerir lo que les indique su maestro.

#### Procedimiento

##### Equipo

1. Viertan 20 mL de agua mineral en uno de los vasos desechables y agreguen 5 gotas de colorante. Agiten con una de las cucharas desechables.



2. Rotulen cada uno de los vasos restantes con un símbolo distinto, pero no usen números ni letras que puedan indicar una secuencia.
3. Mezclen en cada vaso las cantidades de refresco, agua mineral y las gotas que se indican en la tabla 1.2, y agiten con una cuchara diferente cada vaso.

Símbolo del vaso	Refresco sin color (mL)	Agua mineral (mL)	Colorante en 20 mL de agua (gotas)
☆	90	60	2
△	80	70	3
○	70	80	4
□	60	90	5

4. Pidan a cinco personas que prueben el agua de los cinco vasos. Que dos prueben la mezcla en orden ascendente de cantidad de refresco sin que lo sepan. Otras dos personas probarán en orden descendente la cantidad de refresco. A la quinta persona ofrézcanle los vasos en orden aleatorio de cantidad de refresco. Pidan a todos los voluntarios que ordenen las muestras de la menos dulce a la más dulce. Registren cómo las ordenaron y comparen con el orden que ustedes establecieron.

#### Análisis de resultados

5. Respondan.
  - a) ¿Alguna de las personas logró ordenar de manera adecuada el grado de dulzor?
  - b) ¿Observan alguna relación entre el orden de dulzor que propuso cada persona y el color de la bebida de cada vaso?
  - c) ¿Influye el orden en que los voluntarios probaron las muestras? ¿A qué consideras que se debe?
  - d) ¿Piensan que es posible definir una escala confiable de dulzura usando sólo el sentido del gusto? Expliquen su respuesta.

#### Manejo de residuos

Guarden los vasos y las cucharas desechables para actividades experimentales posteriores.

## Propiedades cualitativas

Estudiar las propiedades de las sustancias es importante porque nos permite distinguirlas e identificarlas; la Química y la Física son ciencias que, entre otras cosas, estudian las propiedades de los materiales. Estas propiedades se dividen en dos categorías principales: cualitativas y cuantitativas. Las **cualitativas** son aquellas a las que no puede asociarse un valor numérico; el color, por ejemplo. El verde, azul o amarillo no pueden medirse. Así que las propiedades cualitativas son todas las características que se perciben mediante los sentidos, como color, olor, sabor, textura y estado de agregación.

### Desarrollo

#### Te recomendamos

Ver la película *El perfume*. Historia de un asesino, director Tom Tykwer (EAU-Francia-Alemania, 2006), adaptada del libro del mismo nombre, cuyo autor es Patrick Süskind. En el filme se aprecia la capacidad del protagonista para distinguir y clasificar infinidad de sustancias a partir de su olfato.



**1.7** El color y el olor son importantes en la industria de los alimentos procesados, porque éstos deben ser atractivos para el consumidor.

Es fácil diferenciar entre distintos objetos por medio del color, porque existe una gran variedad de colores y distintas tonalidades del mismo (figura 1.8). En cuanto a la capacidad de reconocer olores, el ser humano puede distinguir una amplia variedad, pero la mayoría de nosotros sólo percibimos una fracción de ellos a lo largo de la vida, así que a menudo la descripción de un olor varía de persona a persona.

#### Te recomendamos

Profundizar en las propiedades de los materiales. Puedes consultar el libro de Córdova Frunz, José Luis, *La química y la cocina*, México, SEP-FCE, 2003 (La Ciencia para Todos).

Por lo que respecta al sentido del gusto, las personas sólo pueden detectar en esencia cuatro sabores básicos: dulce, amargo, ácido y salado. La percepción del sabor está acotada en forma mayoritaria hacia el reconocimiento de alimentos, debido a que hay materiales que pueden causar severos daños si son ingeridos. Una manera de poner a prueba nuestros sentidos es distinguir una sustancia, es decir, identificar el agua del alcohol, o un vaso de agua salada de otro con azúcar. ¿Es esto posible?

#### Distingue mediante tus sentidos dos sustancias con la misma apariencia.

##### Individual

1. Observa las siguientes imágenes y contesta.

- ¿Qué características son comunes en ambas sustancias?
- ¿Observas alguna diferencia entre las dos sustancias?
- A simple vista, ¿es posible saber si se trata de materiales iguales o distintos? ¿Por qué?
- ¿Cómo podrías corroborar si son materiales iguales o distintos?



##### Grupo

2. Comparte tus respuestas con tus compañeros.

Es común utilizar las propiedades cualitativas para conocer, clasificar y estudiar los materiales, pero en realidad los individuos tienen percepciones que dependen de la capacidad de sus sentidos y de las condiciones externas. Si las percepciones cambian de persona a persona resulta difícil ponerse de acuerdo con la clasificación de una misma sustancia o de sustancias de apariencia semejante, por lo que es necesario estudiar otro tipo de propiedades que ayuden a complementar nuestro estudio.

En Ciencias 2 aprendiste que a las diferentes maneras en que se estructura la materia se les denominan estados de agregación. El **estado de agregación** es una propiedad cualitativa de los materiales que permite clasificarlos en tres clases: sólidos, líquidos y gaseosos, en las condiciones de temperatura y presión que hay en la superficie terrestre. También estudiaste que el modelo cinético de partículas se desarrolló para comprender y explicar las propiedades de los materiales en los tres estados de agregación. Este modelo parte de la suposición de que los materiales están formados por pequeñísimas partículas indivisibles de forma esférica, e iguales en tamaño, y que podían interactuar entre sí únicamente si chocaban.

En un sólido, las partículas que lo forman vibran alrededor de una posición que se mantiene fija; en un líquido, las partículas están unidas, pero pueden desplazarse; en un gas se mueven con libertad y la fuerza con que se atraen es pequeña. Es por eso que un sólido conserva su forma aun después de aplicarle una fuerza para deformarlo, que los líquidos adoptan la forma del recipiente que los contiene y que los gases ocupan todo el volumen disponible del recipiente en que se encuentren (figura 1.9).

Como recordarás de tu curso de Ciencias 2, las sustancias pueden experimentar **cambios físicos**, que son aquellos en que no se altera la composición química de las sustancias; los cambios de estado de agregación son cambios físicos, por lo que las partículas que forman el agua en el hielo, seguirán siendo las mismas químicamente si el hielo se derrite, o si el agua se evapora. En estos tres casos, los cambios que ocurren dependen de las fuerzas de atracción entre las partículas de agua y en las velocidades con las que chocan entre sí. Estos cambios de estado de agregación ocurren al modificar la temperatura y la presión del entorno. Al elevar la temperatura de un material, se produce un aumento en la velocidad de las partículas que lo forman y una disminución de las fuerzas que mantienen unidas a las partículas; ocurre lo contrario si se reduce la temperatura.

Por otro lado, si el gas que está en un recipiente eleva su temperatura, también aumentará su presión como consecuencia del incremento de velocidad de sus partículas, los choques entre ellas y con las paredes del recipiente; entonces podemos afirmar que las condiciones físicas del medio influyen en el estado físico de las sustancias (figura 1.10).

#### Propiedades cuantitativas

Las **propiedades cuantitativas** son las que pueden medirse para asignarles un valor numérico. Este tipo de propiedades son muy importantes porque permiten identificar sustancias que mediante los sentidos no es posible diferenciar (figura 1.11). Pueden clasificarse en dos categorías: extensivas e intensivas. Para determinar este tipo de propiedades, independientemente de uno u otro tipo, se necesitan instrumentos de medición, porque es imposible determinar con exactitud una magnitud física sólo con nuestros sentidos. Por ejemplo, no es fácil saber la masa exacta de un objeto con el simple hecho de cargarlo. Tampoco es posible determinar la temperatura de tu helado favorito únicamente al saborearlo. Los **instrumentos de medición** amplían la capacidad de percepción de nuestros sentidos.



**1.8** Si fueras capaz de ver las partículas que conforman la materia y éstas fueran esferas, es probable que vieras estos arreglos para cada estado de agregación.



**1.9** Si el volumen del gas en un recipiente disminuye, ¿cómo será su presión?



**1.10** ¿Qué propiedades cuantitativas conoces?

## Propiedades extensivas

Una **propiedad extensiva** es aquella que depende de la cantidad de material que se va a estudiar. Todos los objetos, los organismos, las sustancias y los materiales del Universo presentan, al menos, dos propiedades extensivas comunes: la masa y el volumen. Por esta razón cualquier objeto que ocupa cierto espacio y tiene masa se llama **materia**.

La longitud, la masa y el volumen son propiedades extensivas, porque a mayor cantidad de material analizado, mayor masa, longitud o volumen. Los valores de una propiedad extensiva de una misma sustancia pueden sumarse; por ejemplo, dos piezas de alambre de cobre tendrán juntas una masa combinada igual a la suma de los dos alambres por separado. Asimismo, el volumen del agua en dos recipientes es la suma de los volúmenes de agua de cada uno de éstos (figura 1.12).



1.11 Si se juntan dos sustancias líquidas diferentes, el volumen total no será igual a la suma de los volúmenes por separado.

La **masa** es una medida de la cantidad de materia que hay en un objeto. El que un objeto tenga mucha masa significa que está formado por una gran cantidad de materia. En tu curso de Ciencias 2 aprendiste que a mayor masa de los cuerpos, es mayor la dificultad para moverlos o cambiar su estado de movimiento. Obviamente es más fácil detener el movimiento de un triciclo que el de un tráiler, y si fuera necesario empujarlos, seguro preferirías empujar el triciclo y no el enorme tráiler. En el Sistema Internacional de Unidades (SI) el kilogramo (kg) es la unidad de medida de la masa.



1.12 Desde laboratorios especializados hasta en la vida cotidiana, las balanzas nos ayudan a obtener medidas precisas.

### Glosario

**Granel:** venta de alimentos sin empaquetar.

La **balanza** es el instrumento de medición empleado para medir una propiedad extensiva como la masa. Este instrumento permite comparar la masa desconocida de un objeto con la de un patrón de masa. Un **patrón de medida** es una magnitud definida de una propiedad física, que se usa como unidad. Cualquier otro valor de la propiedad física que se estudia puede ser expresado como un múltiplo del patrón de medición. Las balanzas empleadas en los laboratorios de Química (figura 1.13) destacan por su gran precisión, sin embargo, su uso no es exclusivo de un laboratorio científico, también las encontramos en la vida cotidiana. Aunque su precisión no es tan exacta como las del laboratorio, encontramos balanzas en las tiendas para pesar algunos alimentos que se venden a **granel**; también se emplean en los hogares para pesar los alimentos de una receta de cocina.

El **volumen** es una medida de cuánto espacio ocupa un objeto. Evidentemente, el tamaño nos da una idea acerca del volumen de las cosas. A simple vista podemos saber que una bola de boliche ocupa más espacio que una canica. Sin embargo, cuando se comparan objetos con formas diferentes, pero tamaños parecidos, no es tan fácil decidir cuál tiene más volumen. La unidad de medida del volumen en el SI es el metro cúbico ( $m^3$ ).

### Te recomendamos

Conocer un material capaz de repeler diferentes líquidos en el artículo de González, Daniela, "Supermaterial repele líquidos" en *24 Horas*, 2013, disponible en <http://edutics.mx/45q> (Consulta: 17 de junio de 2016).

El volumen de sólidos regulares puede determinarse al medir las dimensiones longitudinales del sólido y sustituir los valores en las fórmulas matemáticas pertinentes. Sin embargo, medir el volumen de un sólido irregular o de un gas se hace de otra manera, y es necesario sumergir el sólido o gas de volumen desconocido en un recipiente que contenga un líquido. El volumen que se desea conocer es equivalente al volumen de líquido que desplaza el material al sumergirse en el recipiente. El volumen de un líquido se determina empleando instrumentos graduados como las probetas y los vasos de precipitados.

## Propiedades intensivas

Una **propiedad intensiva** es aquella cuyo valor no depende de la cantidad de materia que se utilice para su estudio; es decir, siempre que se mida una propiedad intensiva en ciertas condiciones de presión y temperatura, el valor de la medición será el mismo para una cantidad pequeña o grande de materia; es por eso que están definidas para cada sustancia, lo cual permite que puedan usarse como un criterio para identificarlas. Una sustancia puede tener cualquier magnitud de masa o de volumen, pero sólo un valor específico para algunas de las siguientes propiedades intensivas.

- **Dureza:** es la capacidad de resistencia de un sólido a cambiar de forma cuando se le aplica una fuerza.
- **Elasticidad:** es la capacidad que tiene un material de recuperar la forma original luego de ser sometido a una fuerza para deformarlo.
- **Densidad:** es la relación entre la masa de un objeto y el volumen que ocupa.
- **Solubilidad:** es la cantidad máxima de una sustancia que puede disolverse en otra.
- **Viscosidad:** se define como la resistencia de un fluido para moverse (figura 1.14).
- **Punto de ebullición:** es la temperatura a la cual un líquido cambia al estado gaseoso.
- **Punto de fusión:** es la temperatura a la cual un sólido cambia al estado líquido.



1.13 La consistencia de la miel es una muestra de viscosidad.

Como ya se mencionó, los instrumentos de medición resultan esenciales para determinar las propiedades intensivas de los materiales. Los instrumentos empleados para medir directamente algunas de las propiedades intensivas son los siguientes.

Dureza	Densidad	Viscosidad	Temperatura
Durómetro	Densímetro	Viscosímetro	Termómetro



1.14 Hay diferentes tipos de sustancias que reciben el nombre de alcohol; por ejemplo, la que se usa en las bebidas alcohólicas, los anticongelantes y el farmacéutico para sanar heridas. Pueden distinguirse uno de otro al determinar su temperatura de ebullición.

La temperatura de fusión y la temperatura de ebullición son propiedades específicas de cada sustancia. Si se conocen los valores de estas dos propiedades, es posible identificar de qué sustancia se trata (figura 1.15). Cualquier modificación en el valor conocido de las propiedades intensivas, en las mismas condiciones de presión o temperatura, puede ser un indicio de que la sustancia de estudio está mezclada con otra. Por ejemplo, la temperatura de fusión del agua disminuye cuando está mezclada con sal común, mientras que su temperatura de ebullición aumenta.

Los anticongelantes para automóvil (mezcla de etilenglicol y agua) funcionan aprovechando la propiedad de variación en los puntos de fusión y evaporación porque esta mezcla tiene una temperatura de congelación menor que la del agua pura, lo cual es muy útil en países donde el invierno es muy crudo, ya que evita que el agua se convierta en hielo dentro del sistema de funcionamiento del auto. Por otro lado, esta mezcla hierve por arriba de 100 °C, así que evita la evaporación del agua. En otras palabras, agregar etilenglicol al agua sirve para ampliar el intervalo de temperaturas en el que ésta es líquida. Cabe mencionar que el grado de variación de los puntos de fusión y ebullición depende de la proporción de etilenglicol en agua que se emplee; sin embargo, un anticongelante comercial de etilenglicol, por lo general tiene un intervalo de temperaturas de ebullición-congelación de 110 °C a -37 °C.

Por otro lado es posible determinar la densidad en forma directa con el densímetro o de manera indirecta midiendo dos propiedades extensivas: la masa y el volumen del objeto por separado y al final realizar la operación de dividir la masa entre el dato de volumen. Esta propiedad se representa con la letra griega  $\rho$  (rho) y las unidades en las que se expresa según el SI son  $\text{kg}/\text{m}^3$ . La densidad permite explicar la flotabilidad de las sustancias, es decir, un material flota en otro cuando su densidad es menor que en el segundo. Por ejemplo, un trozo de madera flota al colocarlo en un recipiente que contenga agua debido a que tiene una densidad menor que la del líquido. De modo contrario, al colocar un trozo de acero de un volumen igual al trozo de madera del ejemplo anterior, se observa que éste se sumerge hasta el fondo porque el acero tiene una densidad mayor que el agua. En la tabla 1.3 se presentan las densidades de algunos materiales comunes.

La viscosidad es una propiedad que también se modifica por la temperatura, por eso cuando una sustancia es poco viscosa se calienta un poco para que fluya más rápido; ejemplo de estos casos son la cajeta o la miel. De acuerdo con el SI, las unidades en las que se expresa la viscosidad son Pa·s, es decir, pascuales por segundo. La viscosidad es importante en las industrias de los alimentos, los plásticos y en la extracción de petróleo. El valor de esta propiedad es un criterio en el control de calidad de un alimento y también es indispensable para saber de qué manera transportar los alimentos viscosos.

Tabla 1.3 Densidad de algunos materiales

Material	Densidad (g/mL)
Madera	0.5
Alcohol	0.8
Hielo	0.92
Agua de mar	1.02
Poliestireno	1.05
Vidrio	2.5
Aluminio	2.7
Hierro	7.9
Plomo	11.3
Mercurio	13.6
Oro	19.3

Relaciona la viscosidad de un líquido con la variación de la temperatura. Reúnete en equipo.

#### Material

Una botella de champú de plástico transparente y larga, de aproximadamente 500 mL de capacidad con una tapa que ajuste bien; cronómetro, canica de vidrio de algún color (asegúrate de que la canica quepa por la boca de la botella), marcador de tinta permanente, regla, agua caliente (40 °C), recipiente alargado donde pueda colocarse la botella en posición horizontal, agua fría, cubos de hielo.

#### Medidas de seguridad

Al calentar el agua tengan cuidado de utilizar un paño para proteger sus manos al manipular el material caliente.

#### Procedimiento

##### Equipo

- Dibujen unas líneas horizontales a 2 cm de distancia del cuello y otra a 2 cm del fondo de la botella de plástico.
- Destapen la botella y metan la canica. Llenen la botella con el champú a temperatura ambiente, coloquen la tapa y cierren la botella.
- Inviertan la botella hasta que la canica se ubique sobre la tapa. Los experimentos de medición del tiempo se iniciarán una vez que la canica se encuentre en ese lugar.
- Inviertan la botella de nuevo y midan el tiempo que tarda la canica en recorrer la distancia acotada por las dos marcas. Registren el tiempo en su cuaderno.
- Repitan los pasos 3 y 4 tres veces más, para sumar un total de tres mediciones. Después calculen el tiempo promedio que tarda la canica en caer dentro del champú a temperatura ambiente.
- Llenen el recipiente con agua caliente, coloquen la botella de champú de forma horizontal de modo que quede cubierta por agua caliente (como en baño maría). Asegúrense de que la botella esté bien cerrada. El agua elevará la temperatura del champú. Dejen la botella durante 15 minutos en el agua caliente.
- Repitan los pasos 3 y 4. Registren los tiempos en la tabla 1.4 y en la columna correspondiente a los tiempos de recorrido de la canica en el champú caliente. También hagan tres mediciones.
- Llenen el recipiente con agua fría y agreguen 10 cubos de hielo. Acuesten la botella dentro del recipiente y esperen 15 minutos.





9. Repitan los pasos 3 y 4. Registren en la columna correspondiente un total de tres mediciones del tiempo que tarda la canica en recorrer el champú frío.

Tabla 1.4 Tiempo en segundos que una canica tarda en caer una distancia de _____ cm a diferentes temperaturas			
Medición	Champú a temperatura ambiente	Champú caliente	Champú frío
1			
2			
3			
Tiempo promedio			

#### Análisis de resultados

10. Observen los resultados de la tabla 1.4 y respondan.

- ¿En qué condiciones del experimento la canica se desplazó más lentamente?
- ¿En qué condiciones se desplazó más rápido?
- ¿Cómo se relaciona el tiempo que tarda en caer la canica con la temperatura del champú?
- ¿Cómo relacionan estos datos con la viscosidad? ¿Pueden establecer una tendencia de variación de la viscosidad respecto a la temperatura? Explíquela.

#### Manejo de residuos

Recuperen el champú y utilicenlo para su objetivo original.



1.15 El aire está formado por nitrógeno, oxígeno y argón, entre otros gases, y es un ejemplo de disolución gaseosa.

La solubilidad es una propiedad intensiva de una sustancia para mezclarse con otra en una proporción bien definida a una temperatura dada, y con ello formar una disolución. Los componentes de la disolución son el soluto y disolvente. El soluto es la sustancia que está en menor proporción, mientras que el disolvente es la sustancia que se encuentra en mayor proporción y dentro de la cual se dispersa el soluto (figura 1.16).

A las sustancias que pueden disolverse entre sí en cualquier proporción se les llama **miscibles**. El agua y el alcohol son completamente miscibles y todos los gases son miscibles entre sí.

Las sustancias se diluyen en cierta cantidad de disolvente; es decir, hay un límite a la cantidad de soluto que puede disolverse en determinado disolvente. Por ejemplo, 36 g es la cantidad máxima de sal o cloruro de sodio que puede disolverse en 100 g de agua a 20 °C. La máxima cantidad de soluto que puede disolverse en 100 g de disolvente a una cierta temperatura se conoce como **solubilidad**.

La solubilidad en agua del cloruro de sodio a 20 °C es 36 g/100 g; es decir, si agregáramos 37 g a 100 g de agua, sólo se disolverían 36 g y el gramo restante quedaría sin disolver en el fondo del recipiente.

En la tabla 1.5 se muestra la solubilidad de algunas sales en agua a 20 °C, mientras que en la tabla 1.6 se presenta la solubilidad de algunos gases en agua, también a 20 °C.

Tabla 1.5 Solubilidad de algunas sales en agua	
Sales	Solubilidad (g/100 g de agua)
Cloruro de amonio	37.2
Cloruro de potasio	34.2
Bromuro de potasio	65.2
Nitrato de potasio	32
Cloruro de sodio	36.0

Tabla 1.6 Solubilidad de algunos gases en agua	
Gas	Solubilidad (mL/L de agua)
Amoníaco	680
Argón	0.032
Dióxido de carbono	0.848
Nitrógeno	0.0152
Oxígeno	0.030

### Cierre

Determina la densidad de una bebida comercial como resultado de medir dos propiedades extensivas y explica la importancia de los instrumentos de medición. Además relaciona la densidad con su sabor y verifica que el conjunto de propiedades es útil para la descripción de un producto.

# A

Consumo

#### Material

1 lata de refresco de cola y 1 lata de refresco de cola dietético que contengan el mismo volumen de líquido, 2 vasos de precipitados de 1 L o 2 recipientes vacíos de 1 L de capacidad y de boca ancha, 2 vasos de precipitados de 500 mL de capacidad o 2 recipientes de plástico de 500 mL, agua corriente, balanza, probeta o una taza medidora, 2 agitadores de vidrio o 2 cucharas y 6 vasos desechables pequeños.

#### Medidas de seguridad

Tengan cuidado al manejar el material de vidrio para evitar que se rompa.

#### Equipo

#### Procedimiento

- Agreguen 700 mL de agua en ambos recipientes con capacidad de 1 L.
- Introduzcan las latas de refresco en cada recipiente. Observen y respondan.
  - ¿Qué sucede con la lata de refresco dietético?
  - ¿Qué ocurre con la lata de refresco normal?
  - ¿A qué se debe que cada lata quede a diferente distancia de la base del recipiente con agua?
- Retiren las latas de los recipientes con agua. Viertan el contenido de cada lata en los recipientes contenedores de vidrio de 500 mL y agiten las bebidas durante cinco minutos para que el gas (dióxido de carbono) que tienen disuelto se elimine por completo. Pueden ayudarse con los agitadores de vidrio o las cucharas.
- Viertan 30 mL, 60 mL y 100 mL de cada tipo de bebida en tres vasos. Al final deben tener seis vasos con líquido.



La imagen fue captada en el instante en que se colocaron las latas en el agua.

5. Determinen la masa de cada uno con una balanza y registren sus resultados en las tablas 1.7 y 1.8.

Tabla 1.7 Registro de datos del refresco normal			
Vaso	Volumen (mL)	Masa (g)	Densidad (g/mL)
1	30		
2	60		
3	100		
Densidad promedio:			

Tabla 1.8 Registro de datos del refresco dietético			
Vaso	Volumen (mL)	Masa (g)	Densidad (g/mL)
1	30		
2	60		
3	100		
Densidad promedio:			

6. Calculen la densidad del líquido en cada uno de los vasos y registrenla en las tablas.

7. Calculen el promedio de densidades para cada tipo de bebida y registrenlo.

**Análisis de resultados**

8. Comparen los promedios de densidades y contesten.

- a) ¿Encuentran alguna diferencia en los valores?, ¿a qué se debe?
- b) ¿Es posible relacionar estos datos con lo que observaron al introducir las latas en los recipientes con agua? Expliquen.

9. Se sabe que los refrescos de cola tienen un alto contenido de azúcares. Sin embargo, en este caso analizaron dos tipos de refrescos uno de dieta y otro normal. Contesten.

- a) ¿Al probar los dos tipos de refresco perciben alguna diferencia en el dulzor? ¿Qué refresco es más dulce?
- b) ¿Por qué se dice que el refresco de dieta es más ligero?
- c) Investiguen de qué tipo y la cantidad de edulcorantes que contienen los refrescos de cola normales y los de dieta. Relacionen los resultados del experimento con la información recabada.

10. Reflexionen, tengan en cuenta lo aprendido, y respondan lo siguiente.

- a) Sin leer la etiqueta, ¿pueden diferenciar el refresco de cola normal y el dietético? ¿Por qué?
- b) ¿Qué propiedad intensiva les permitió diferenciar entre ambos tipos de refresco y explicar que una de las latas flota en el agua y la otra no?
- c) ¿Por qué es posible emplear la densidad para distinguir entre dos sólidos o gases?
- d) ¿Cuál es la importancia de conocer las propiedades intensivas de un material?

- e) ¿Qué es necesario utilizar para medir las propiedades extensivas e intensivas de un material?
- f) ¿Qué instrumentos de medición empleaste para determinar la densidad de los dos tipos de refrescos en la actividad anterior?
- g) ¿Es posible establecer escalas de medición de propiedades empleando sólo los sentidos? ¿Por qué?
- h) ¿Cuál es la importancia de los instrumentos de medición en la determinación de las propiedades cuantitativas?

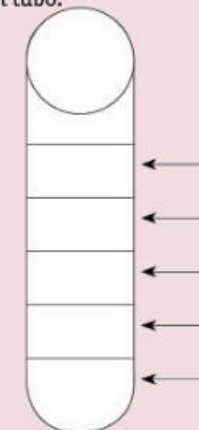
**Manejo de residuos**

Pongan vasos, cucharas y latas de refresco en los contenedores adecuados para su reciclaje.

**PRACTICA**

1. Señala la opción que incluya sólo propiedades intensivas.
  - a) Temperatura de ebullición, densidad, temperatura de fusión.
  - b) Masa, volumen, densidad.
  - c) Volumen, temperatura de fusión, viscosidad.
  - d) Solubilidad, masa, conductividad eléctrica.
2. ¿Cuáles son las propiedades de los objetos que se miden con instrumentos y se expresan mediante cantidades?
  - a) Las cuantitativas.
  - b) Las generales.
  - c) Las cualitativas.
  - d) Las exactas.
3. Las propiedades de los objetos que pueden percibirse mediante los sentidos son:
  - a) Cuantitativas.
  - b) Particulares.
  - c) Cualitativas.
  - d) Generales.
4. Si en un tubo de ensayo se pusieran cinco sustancias inmiscibles diferentes con las densidades que se muestran en la tabla, ¿en qué orden quedarían dentro del tubo? Elige la opción que muestre el orden correcto de arriba al fondo del tubo.

Sustancia	Densidad (g/mL)
Mercurio	13.6
Aceite	0.92
Agua	1.0
Glicerina	1.3
Alcohol etílico	0.79



- a) Glicerina, alcohol etílico, mercurio, aceite y agua.
- b) Alcohol etílico, aceite, glicerina, mercurio y agua.
- c) Alcohol etílico, aceite, agua, glicerina y mercurio.
- d) Mercurio, aceite, glicerina, alcohol etílico y agua.

## Experimentación con mezclas

### Inicio



**1.16** El ajeno (*Artemisia absinthium*) se emplea en varios países de Latinoamérica como planta medicinal para atender padecimientos digestivos y como estimulante de la circulación sanguínea.

#### Te recomendamos

Observar un interactivo acerca de mezclas y sustancias en: <http://www.edutics.mx/4UW> (Consulta: 17 de junio de 2016).

Aunque no lo parezca, la mayoría de los materiales de que están hechas las cosas consiste en varias sustancias mezcladas, tanto en la naturaleza (figura 1.17) como las que se producen en un laboratorio. Sin embargo, estas sustancias no siempre se distinguen a simple vista. Por ejemplo, nuestros ojos no son capaces de detectar que el agua de mar no sólo es agua sino que contiene otras sustancias, como el cloruro de sodio, el sulfato de magnesio y el yoduro de potasio, entre otras sales.

Otro aspecto importante de las mezclas es que, dependiendo de la cantidad de sus constituyentes, sus propiedades varían. Por ejemplo, cuando se agrega una gota de colorante verde a un vaso con agua, después de un tiempo toda la mezcla adquiere una apariencia color verde. Y si le añades otra gota del mismo colorante, se ve “más verde”, es decir, no cambia el color, pero sí su intensidad.

Dos de los trabajos que realizan comúnmente los químicos tienen que ver precisamente con las mezclas:

- Separar e identificar los componentes de las mezclas.
- Estudiar cómo cambian las propiedades de las mezclas al variar las cantidades de sus constituyentes.

Ahora vas a aprender cómo se llama a las mezclas cuyos constituyentes se distinguen a simple vista y cómo se denominan aquellas que requieren un análisis más detallado para detectar si tienen dos o más componentes. Además te darás cuenta de que sus propiedades dependen no sólo de las sustancias mezcladas, sino también de la cantidad que hay de cada una.

### Identifica que hay dos tipos diferentes de mezclas.

#### Individual

1. Observa las siguientes imágenes y luego responde.

- En ambas imágenes se presentan mezclas. ¿Cuál es la característica de una mezcla?
- ¿Qué supones que cambia en la mezcla de verduras si se le añade vinagreta?
- ¿Qué sucedería si se le pone vinagreta en exceso? ¿Te comerías una ensalada que contenga demasiada vinagreta? ¿Por qué?
- ¿Qué sucedería si, en vez de una bolsa de té, colocaras seis bolsitas en la taza? ¿Qué cambiaría? ¿Te lo tomarías? ¿Por qué?
- En una de las mezclas sus componentes originales quedaron tan bien mezclados que no es posible distinguirlos. ¿Puedes determinar cuál es? Argumenta tu respuesta.



### Desarrollo

## Homogéneas y heterogéneas

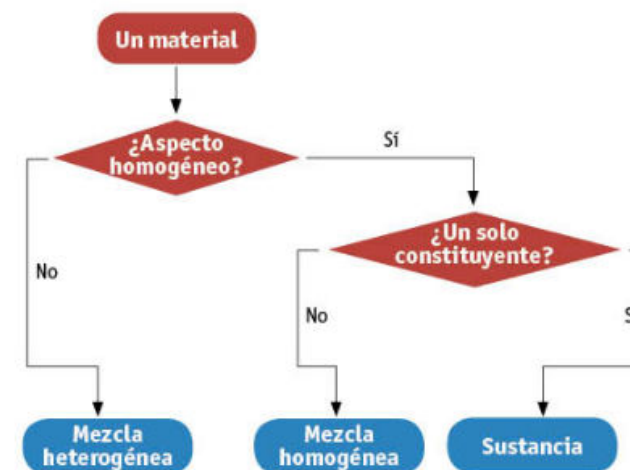
La mayoría de los materiales que existen en la naturaleza suelen estar constituidos por varias sustancias. Las rocas, la madera, la arcilla, la paja y el adobe son materiales constituidos por varias sustancias. Sin embargo, hay otros materiales que constan de una sola sustancia, por ejemplo, el oro, un material muypreciado por la humanidad, está constituido por una sola sustancia.

En Química a los materiales que constan de dos o varias sustancias se les llama simplemente **mezclas**; éstas pueden separarse por medios físicos y al hacerlo sus componentes conservan sus propiedades. De acuerdo con lo que observaste en la actividad anterior, existen dos grandes tipos de mezclas.

**Mezcla heterogénea.** Es un material constituido por dos o más sustancias que pueden distinguirse a simple vista.

**Mezcla homogénea.** Es un material constituido por dos o más sustancias, y en el que sus componentes no se distinguen a simple vista.

A la derecha se muestra un diagrama (figura 1.18) al que puedes recurrir para clasificar los distintos materiales de acuerdo con su aspecto y cantidad de constituyentes. Lo único que debes hacer es contestar las preguntas que aparecen en los rombos y seguir la ruta que corresponda a la respuesta; deberás elegir la ruta verde si la respuesta es afirmativa y la ruta roja si es negativa.



**1.17** Criterios para decidir si un material es una mezcla heterogénea, una mezcla homogénea o simplemente una sustancia.

### Clasifica los materiales de estas imágenes según su aspecto.

#### Individual

1. Observa las imágenes y contesta: ¿cuáles sustancias tienen aspecto homogéneo y cuáles heterogéneo?



2. Consulta la tabla 1.9 y contesta lo que se pide a continuación.

Tabla 1.9 Sustancias en algunos materiales		
Material	Número de sustancias que lo componen	Sustancias
Acero	2	Hierro
		Carbono
Oro	1	Oro
Granito	3	Feldespato
		Mica
		Cuarzo

- ¿En qué se utiliza cada material?
  - ¿Cuál material es mezcla y cuál es sustancia?
  - De los materiales que son mezclas menciona: ¿cuál es homogénea o heterogénea?
  - ¿Fue difícil clasificar algún material? ¿Cuál? ¿Por qué?
- Investiga de cuántas y cuáles sustancias están conformadas los siguientes materiales: crema para la piel, refresco con un hielo, agua de jamaica, ensalada de frutas, gelatina, neblina, sopa y silla de madera.
  - Después de investigar acerca de los materiales clasifícalos en mezclas homogéneas o heterogéneas.
  - Verifica tus respuestas con ayuda de tu maestro.



1.18 El vino es un ejemplo de una disolución líquida. El cazo es una disolución sólida.

**Glosario**

**Nanómetro:** es una unidad de longitud mil millones de veces más pequeña que un metro (10<sup>-9</sup>m).

Como te habrás dado cuenta, nuestros sentidos son insuficientes para entender todo lo que ocurre en nuestro entorno. Por ello, la ciencia nos ayuda a explicar y comprender aquello que no resulta tan evidente. Y justamente, uno de los métodos más comunes en el campo científico es la clasificación, que ayuda a entender y desarrollar estrategias para conocer lo que nos rodea. En el mundo hay millones de materiales, por lo que sería imposible memorizar cuáles son sustancias o cuáles son mezclas homogéneas y heterogéneas. Sin embargo, es muy fácil deducirlo; sólo hay que plantear dos preguntas:

- ¿Cuántos constituyentes tiene? (para saber si se trata de una mezcla o una sustancia).
- ¿Qué aspecto tiene? (si es una mezcla homogénea, una heterogénea o una sustancia).

Las mezclas homogéneas son las más difíciles de identificar, pues su aspecto es muy parecido al que presentan los materiales que están hechos de una sola sustancia. El ejemplo más representativo de mezclas homogéneas son las disoluciones.

En las disoluciones las partículas de una o más sustancias se dispersan entre las partículas de otra sustancia. La mezcla se da a escala subnanoscópica; esto significa que el tamaño de sus partículas es menor a un nanómetro. Gracias a ello, este tipo de materiales conserva su aspecto homogéneo (figura 1.19), incluso cuando son vistos mediante un microscopio. A las sustancias que se encuentran en menor cantidad se les da el nombre de **solutos**, mientras que a la sustancia que se encuentra en mayor cantidad se le llama **disolvente**. El bronce, el agua de mar, el tequila, una bebida gaseosa y el aire son ejemplos de disoluciones. El estado físico de la disolución lo determinará la sustancia presente en mayor cantidad o disolvente.

**Concentración y propiedades de las mezclas**

Las propiedades de una mezcla pueden variar si se modifica la cantidad de uno de los componentes. Por ejemplo, el agua de las albercas y el agua potable son disoluciones que contienen entre otras sustancias una cantidad mínima de hipoclorito de sodio para eliminar microorganismos patógenos, que son peligrosos para los seres humanos (figura 1.20); esto permite nadar en una o beber de la otra. Sin embargo, si se agregara hipoclorito de sodio en grandes cantidades a una alberca, dicha sustancia podría causar desde irritación en la piel hasta quemaduras graves. Y en caso de ingerir agua con una mayor cantidad de esta sustancia provocaría dolor, inflamación en la boca y el estómago y vómito, entre otros malestares.



1.19 El hipoclorito en pequeñas cantidades sirve para desinfectar o blanquear.

Por eso, en cuanto a las mezclas es necesario conocer cuál es su composición; asimismo, en Química es común expresar esta información haciendo referencia a la cantidad de cada componente en la mezcla.

Por ejemplo, imagina que en un vaso de precipitados pones 3 g de azúcar y 2 g de sal y luego agregas agua hasta completar 100 mL de mezcla. Entonces dices: “esta disolución tiene 3 g de azúcar por cada 100 mL de mezcla y 2 g de sal por cada 100 mL de mezcla”. Esta información denota la concentración. Si después prepararas otra disolución que tuviera 6 g de azúcar por cada 100 mL de mezcla, querrá decir que en ésta hay una mayor concentración de azúcar; dicho de otro modo, que está más concentrada.

Es conveniente recalcar que lo importante no sólo son las cantidades de soluto en sí, sino las **proporciones** entre disoluto y la disolución. Por ejemplo, si preparas 200 mL de una solución en la que pusiste 6 g de azúcar y 4 g de sal, las concentraciones serían las mismas que las de una solución que contuviera 3 g de azúcar y 2 g de sal por cada 100 mL de solución. Así, la composición química de las disoluciones suele describirse en términos de la **concentración**, que es la cantidad de solutos disueltos en un volumen total (figura 1.21). La concentración en una mezcla se determina de distintas maneras.

**Concentración en porcentaje en masa.** Es la relación de la masa del soluto y la masa total de la disolución:

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

Algunos ejemplos de uso de la concentración en porcentaje en masa son:

Si tienes una botella de refresco de cola que contiene 24 g de azúcar en 250 g de disolución, ¿en qué concentración en porcentaje en masa se encuentra el azúcar? Para saberlo necesitas conocer los siguientes datos:

- Masa del soluto: 24 g de azúcar
- Masa de la disolución: 250 g

$$\text{Porcentaje en masa} = \frac{24 \text{ g}}{250 \text{ g}} \times 100 = 9.6\%$$

Al aplicar la fórmula obtenemos que la concentración del azúcar en el refresco de cola es 9.6% en masa.

**Glosario**

**Proporción:** relación entre los componentes de un sistema.



1.20 ¿Cuál será la concentración de azúcar en un refresco de lata?

La determinación de la concentración de los componentes de una mezcla se puede aplicar en el desarrollo de tu proyecto 2.

HACIA TU PROYECTO



1.21 La sosa cáustica se utiliza en la industria para la fabricación de papel, telas y detergentes.

Otro ejemplo es la preparación de una disolución a partir de 260 g de sosa cáustica (figura 1.22) y 1000 mL de agua. ¿Qué concentración de sosa cáustica expresada en % m/m, tiene la disolución? Para resolver el problema es necesario recordar que a temperatura ambiente la densidad del agua es de 1 g/mL, por lo que 1000 mL de agua equivalen a 1000 g de agua. Para conocer la respuesta debes tener en cuenta los siguientes datos:

- Masa del soluto: 260 g de sosa cáustica
- Masa de la disolución: 260 g de sosa cáustica + 1000 g de agua

$$\text{Porcentaje en masa} = \frac{260 \text{ g de sosa cáustica}}{1260 \text{ g de disolución}} \times 100 = 20.6\%$$

Así, al aplicar la fórmula se determina que la concentración de la sosa cáustica en la disolución es 20.6% en masa.

**Concentración en porcentaje en volumen.** Es la relación del volumen del soluto y el volumen total de la disolución:

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

Esta medida de concentración es apropiada para saber el porcentaje en volumen del alcohol que se usa para hacer curaciones. Por ejemplo, en el alcohol comercial del 96 hay 96 mL de alcohol etílico por cada 100 mL de disolución.

De esta manera, la concentración de alcohol se calcula al conocer los siguientes datos:

- Volumen de soluto: 96 mL de alcohol
- Volumen de la disolución: 100 mL

$$\text{Porcentaje en volumen} = \frac{96 \text{ mL de alcohol}}{100 \text{ mL de la disolución}} \times 100 = 96\%$$

Veamos otro caso. El vinagre de cocina contiene ácido acético; si deseas saber el volumen que hay de esta sustancia en 550 mL de vinagre cuyo porcentaje en volumen de ácido acético es 5%, ¿qué harías?

Se tienen los siguientes datos:

- Volumen de soluto: desconocido
- Volumen de la disolución: 550 mL
- Concentración % v/v = 5

Usa la expresión que describe el porcentaje en volumen y despeja, así se obtiene:

$$\text{Volumen de soluto} = \left( \frac{\text{porcentaje en volumen} \times \text{volumen de la disolución}}{100} \right)$$

Se sustituyen los datos de la siguiente manera:

$$\text{Volumen de soluto} = \left( \frac{5 \times 550 \text{ mL}}{100} \right) = 27.5 \text{ mL de ácido acético}$$

Al utilizar la fórmula sabemos que hay 27.5 mL de ácido acético en 550 mL de un vinagre al 5% v/v.

A

Identifica que algunas propiedades de una mezcla de uso cotidiano (punto de fusión y densidad) cambian al modificar la concentración del soluto.

#### Material

25 mL de anticongelante para automóvil o etanol, 6 vasos desechables, un termómetro, una balanza, una probeta graduada de 50 mL de capacidad, un marcador o etiquetas, agitador y cubos de hielo.

#### Medidas de seguridad

El anticongelante no debe tocarse directamente y mucho menos ingerirse debido a que es muy tóxico. Utilicen lentes de seguridad.

#### Procedimiento

##### Equipo

1. Etiqueten cada vaso con una concentración distinta, según la información de la tabla 1.10.
2. Coloquen 20 g de hielo (aproximadamente tres cubos de hielo) en un vaso y registren su temperatura de fusión (deberán esperar a que el hielo se derrita un poco); agiten el hielo y registren el dato hasta que la lectura en el termómetro se estabilice.  
Temperatura de fusión del hielo: \_\_\_\_\_ °C
3. Calculen la concentración expresada en porcentaje en masa del anticongelante en la disolución. En la tabla 1.10 se indican las cantidades de anticongelante y de hielo que deben emplear.

Tabla 1.10 Datos para la actividad

Etiqueta	Masa de anticongelante (g)	Masa de hielo (g)	Masa de la disolución (g)	Concentración % m/m del anticongelante
A	2	18		
B	4	16		
C	6	14		
D	8	12		
E	10	10		

4. Preparen las cinco disoluciones en los vasos atendiendo las cantidades citadas en la tabla 1.10 y los siguientes pasos.
  - a) Agreguen la masa de hielo y de anticongelante requeridas para preparar cada disolución y agiten las mezclas.
  - b) Esperen unos minutos para que la temperatura se mantenga y registren el dato para cada disolución en la tabla 1.11.

Tabla 1.11 Resultados

Etiqueta	Concentración % m/m de anticongelante	Temperatura de la disolución (°C)
A		
B		
C		
D		
E		

5. Una vez que registraron las temperaturas de congelamiento de cada disolución esperen a que las muestras alcancen la temperatura ambiente.



6. Usen la probeta para medir el volumen de cada disolución y registrenlo en la tabla 1.12. La probeta debe estar limpia y seca antes de cada medición.

Tabla 1.12 Resultados de volumen y densidad

Concentración % m/m de anticongelante	Masa de la disolución (g)	Volumen de la disolución (mL)	Densidad (g/mL)
10			
20			
30			
40			
50			

7. Calculen los valores de densidad de cada disolución y registrenlos en la tabla 1.12.

**Análisis de resultados**

8. Contesten.

- a) ¿Cómo varía la densidad al cambiar la concentración de anticongelante en la disolución?
- b) ¿Cómo es la densidad de las disoluciones respecto del valor de densidad del agua?
- c) ¿Qué componente representa el anticongelante en la disolución?
- d) ¿Qué componente representa el hielo en la disolución?

- e) ¿Qué cambio percibes sólo al observar las cinco disoluciones?
- f) ¿Qué sucede con la temperatura de la disolución conforme aumenta la concentración de soluto?
- g) ¿Cómo es el valor de temperatura de las disoluciones respecto al valor que registraste para el hielo sin anticongelante?
- h) ¿Por qué es importante aplicar anticongelante a un automóvil en países donde las temperaturas descienden por debajo de la temperatura de congelamiento del agua?

**Manejo de residuos**

No verter las disoluciones en el drenaje; es necesario colectarlas en el contenedor de desechos correspondiente.

**Te recomendamos**

Consultar la simbología de sustancias clasificadas de acuerdo con su peligrosidad, para que te ayude en el manejo de residuos de Gavilán, Irma, "Guía de clasificación de riesgo, peligrosidad y primeros auxilios de sustancias químicas de uso en los laboratorios de nivel medio superior", México, UNAM, 2014, disponible en <http://edutics.mx/JeL> (Consulta: 17 de junio de 2016).

Es importante calcular correctamente la cantidad de cada componente de una mezcla o de lo contrario el producto obtenido sería de poca utilidad, e incluso resultará dañino para los seres vivos o el ambiente. Por ejemplo, si un medicamento no contiene la cantidad deseada de la sustancia activa, es posible que el paciente no sane, o si se encuentra en exceso, podría causar otros efectos y no la recuperación de su salud.

**Cierre**

**Explica los tipos de mezcla y determina la concentración de algunas de ellas.**

**Individual**

1. Recuerda lo aprendido en esta secuencia y contesta lo siguiente.

- a) ¿Por qué consideras que surge la necesidad de clasificar los materiales de acuerdo con sus propiedades?
- b) ¿Cómo explicarías la diferencia entre las mezclas homogéneas y heterogéneas? Incluye un ejemplo de cada tipo.
- c) ¿Qué tipo de mezcla se forma con el anticongelante y el agua?
- d) ¿Por qué son importantes las mezclas en la vida cotidiana?
- e) ¿Por qué es necesario conocer la concentración de un componente en una disolución?
- f) Menciona algunas propiedades que se modifican cuando cambia la concentración de un soluto en una mezcla.
- g) Algunas cervezas especifican en su etiqueta un contenido de alcohol de 4.5%. Si alguien bebe 250 mL de esta cerveza, ¿qué cantidad de alcohol habrá ingerido?

**PRACTICA**

1. Un ejemplo de mezcla es el:

- a) Agua.
- b) Oxígeno.
- c) Aire.
- d) Cloruro de sodio.

## Inicio

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

Como ya has estudiado, las mezclas están presentes en distintos aspectos de nuestra vida cotidiana y es posible conocer la concentración de cada uno de sus componentes. Otro aspecto igualmente importante en nuestro entorno son los métodos de separación de mezclas. Ejemplos de lo anterior se da al filtrar café, preparar agua de jamaica en la separación de la flor del concentrado, al purificar el agua para potabilizarla, al quitarle la nata a la leche, al obtener las sustancias curativas o los colorantes o esencias de las plantas. ¿Cómo se separan los componentes de una mezcla? ¿Todas las mezclas se separan empleando el mismo proceso? ¿De qué depende la elección de un procedimiento u otro para separar las sustancias que componen una mezcla?

Separa pigmentos que contienen las hojas de una planta utilizando papel filtro, alcohol y arena.

## Individual

¿Te has puesto a pensar en los coloridos que son los murales que pintaron los antiguos pobladores pertenecientes a las culturas prehispánicas, entre las que destacan los aztecas, los mayas y los teotihuacanos? Las culturas prehispánicas empleaban pigmentos que se extraían de plantas y se usaban para pintar murales y teñir telas. Las plantas están formadas por diversas sustancias; algunas les proporcionan estructura y soporte mientras otras más les otorgan color y aroma. Al observar la gran gama de colores que tienen las plantas es posible deducir que existen diferentes sustancias o pigmentos que les dan color; uno de los más abundantes, sobre todo en las plantas y en especial en las hojas, es el verde, que se debe a la presencia de una sustancia denominada clorofila. ¿Puedes identificar las sustancias que componen una planta a simple vista? ¿Cómo hacían nuestros antepasados para extraer los pigmentos de las plantas?



Fragmento de pintura mural "Guerrero jaguar" (Cacaxtla), Museo Nacional de Antropología e Historia.

## Material

10 hojas verdes de alguna planta que tengas en casa (córtenlas con tijeras no las arranquen), un mortero con pistilo (puedes sustituirlo usando un plato pequeño de vidrio y una cuchara pequeña), una tira de papel filtro de 2 cm de ancho y 9 cm de largo, un frasco de vidrio con tapa (asegúrate de que el papel filtro pueda entrar por completo en el frasco), una pizca de arena para construcción, 10 mL de acetona (quitaesmalte de uñas transparente), una probeta pequeña, tijeras, una coladera pequeña.

## Medidas de seguridad

No toquen directamente la acetona con las manos porque puede irritar su piel.

## Equipo

## Procedimiento

1. Corten las hojas en pedazos muy pequeños. Pueden hacerlo manualmente o usando las tijeras y colóquenlas en el mortero hasta alcanzar 2/3 de su capacidad.
2. Agreguen una pizca de arena y 5 mL de quitaesmalte.
3. Con el pistilo o la cuchara muelan la mezcla durante 4 minutos.
4. Transfieran el líquido obtenido al frasco de vidrio y con la coladera separen los restos de hojas molidas. La disolución en el frasco debe medir al menos 1 cm de altura desde el fondo del frasco.
5. Coloquen el papel filtro dentro del frasco que contiene el líquido obtenido, de manera que el papel entre en contacto con el líquido. Esperen a que corra sobre el papel. Registren sus observaciones.
6. Retiren el papel filtro del frasco y esperen a que seque.



## Análisis de resultados

7. Contesten lo siguiente en su cuaderno.
  - a) ¿De qué color es la mezcla líquida que obtuvieron al moler las hojas en el mortero? ¿De qué color es la acetona que agregaron?
  - b) ¿Qué colores observan en el papel filtro?
  - c) ¿Qué color llegó más lejos en el papel filtro?
  - d) ¿Cuántos pigmentos o componentes lograron identificar en la mezcla líquida que extrajeron de las hojas? ¿Pueden reconocer los componentes de esta mezcla a simple vista? ¿Qué tipo de mezcla es?
  - e) Antes de moler el contenido del mortero formaron una mezcla cuyos componentes fueron los pedacitos de hojas de las plantas, una pizca de arena y 5 mL de quitaesmalte, ¿qué tipo de mezcla formaron?
  - f) ¿Qué función tiene la arena?
  - g) ¿Qué utilidad tiene separar los componentes de una mezcla?
8. Comparen sus respuestas con las de otro equipo y revísenlas con su maestro.

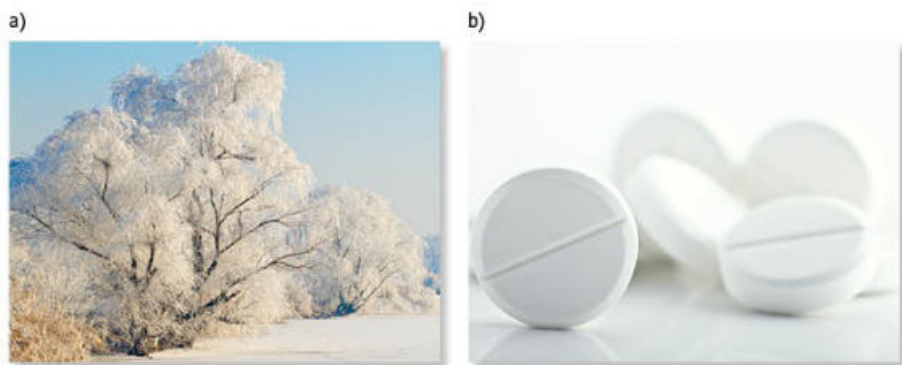
## Manejo de residuos

Colecten los desechos de la mezcla de acetona y pigmentos en el recipiente que les proporcione su maestro.

### Mezclas y el descubrimiento del ácido acetilsalicílico

Para los químicos y la industria química la separación de mezclas es fundamental porque les permite determinar las sustancias que forman la mezcla y la concentración en que se encuentra cada una. En el caso de las plantas medicinales es importante identificar y separar la sustancia a la que se le atribuye el poder curativo para utilizarla en la industria farmacéutica.

Antiguamente se sabía que la corteza del sauce blanco era útil para combatir el dolor y la fiebre. Tiempo después, los químicos emplearon un método para separar los componentes de la corteza del sauce, lo que les permitió descubrir el ácido salicílico, la sustancia que poseía dichas propiedades. Posteriormente, a partir de esa sustancia se logró obtener el ácido acetilsalicílico y con ella se empezó a producir la aspirina, nombre comercial de un medicamento que contrarresta el dolor, la inflamación y la fiebre (figura 1.23). Por su alta efectividad, la aspirina es ampliamente utilizada en todo el mundo.



1.22 a) Sauce blanco, de donde se extrae el ácido salicílico. b) Debido a su popularidad, "aspirina" es un término aceptado e incluido en el *Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española*.

Toda esta labor fue muy importante desde el punto de vista social y ecológico. Al aprender a obtener el ácido acetilsalicílico mediante procesos químicos en el laboratorio, se pudo fabricar aspirina prácticamente para todos los habitantes del planeta y así evitar la sobreexplotación del sauce blanco.

Así, una de las tareas fundamentales de los químicos es la obtención de nuevas sustancias mediante reacciones químicas (síntesis química), pero también la separación e identificación de una o varias sustancias mezcladas (análisis químico).

Para separar las sustancias de una mezcla se aprovechan las propiedades físicas de éstas, como densidad, estado de agregación, temperaturas de fusión y ebullición, solubilidad, viscosidad y dureza.

Elegir un método para separar componentes de una mezcla, depende en gran medida de tres factores:

- El tipo de mezcla que se tiene.
- Las propiedades intensivas de las sustancias que forman la mezcla.
- El estado de agregación de dichas sustancias.

A continuación se describirán algunos métodos de separación de mezclas, resaltando la propiedad física que se aprovecha para separar sus componentes.

### Métodos para separar mezclas heterogéneas

Los métodos más usados son la decantación, la filtración y el tamizado. Otros métodos empleados en procesos de separación más específicos son la centrifugación y la separación por magnetización.

La **decantación** permite separar mezclas que pueden estar formadas por un líquido y un sólido, o por dos líquidos. Este método se basa en la diferencia de densidades entre las sustancias a separar. En caso de tener una mezcla turbia formada por un sólido insoluble en un líquido, es necesario esperar a que el sólido se deposite en el fondo del recipiente. Para separarlas se debe inclinar el recipiente contenedor y de esta forma vaciar el líquido que se encuentra en la parte superior del frasco (sobrenadante) en otro recipiente. También es posible usar este método en la separación de dos líquidos que son **inmiscibles** y que tienen diferentes valores de densidad (figura 1.24). El petróleo crudo suele estar contaminado con agua y sustancias solubles en agua; para eliminar estos contaminantes se emplea el método de decantación debido a que el agua y el petróleo tienen diferentes densidades. Pero a nivel industrial, el líquido sobrenadante (el petróleo) se extrae continuamente de la parte superior de los tanques de decantación, mientras que el agua que se deposita en la parte inferior junto con las sales, se descarga por el fondo de los tanques para su posterior tratamiento.

El método de **centrifugación** sirve para separar mezclas de sólidos con diferentes tamaños de partícula y densidades, dispersos en un medio líquido, mediante una centrifuga. Este aparato tiene canastillas (donde se colocan los tubos que contienen la mezcla a separar) que se someten a un rápido movimiento giratorio. Por acción de la fuerza centrífuga, los componentes de la mezcla se separan en capas según su densidad. Es un método común utilizado para separar las grasas de líquidos como la leche, o bien, para separar los componentes de la sangre.

La **filtración** es un método de separación de mezclas formadas por un sólido que no se disuelve en un líquido. El estado de agregación y, por tanto, el tamaño de partícula de los componentes de la mezcla son las propiedades que se aprovechan en este método. La herramienta indispensable son los materiales filtrantes porosos o filtros, por los que se hace pasar la mezcla y donde las partículas sólidas al ser más grandes que las de líquido son retenidas, dejando que el fluido pase libremente. Debido a que no todos los sólidos tienen el mismo tamaño de partícula es necesario emplear el filtro con el tamaño de poro adecuado de forma que se efectúe la separación. Es un método utilizado en diversos ámbitos, tanto en las actividades diarias (por ejemplo cuando preparas café en una cafetera usas un filtro para evitar que el polvo quede suspendido en el concentrado) como en los laboratorios de Química, en los procesos industriales de refinación de petróleo y en el proceso de purificación de agua (figura 1.25). Además de los filtros de papel es posible usar telas, arena o carbón de madera en capas espesas como materiales filtrantes.

El **tamizado** es un método de separación de mezclas de sólidos que se practica frecuentemente al cocinar; a veces le llaman cernido o colado. Cuando se tienen sólidos con diferentes tamaños de partícula se utiliza un tamiz o colador para que sólo pasen partículas de cierto tamaño. En la industria farmacéutica, al mezclar polvos para fabricar tabletas se procura que éstos tengan un cierto tamaño de partícula. Para lograrlo se utiliza un tamiz, cuya malla tiene el tamaño de poro específico que permite obtener las partículas deseadas para así obtener productos de alta calidad, libres de grumos.

#### Glosario

**Inmiscible:** líquido que no se mezcla con otro, no logran una sola fase.



1.23 La decantación es un proceso importante en el tratamiento de aguas residuales.

Reflexiona por qué el contenido de este tema puede ser de utilidad para el desarrollo del proyecto 2 de este bloque.

HACIA TU PROYECTO



1.24 Este sistema de recolección casera de agua muestra cómo filtrarla para su posterior utilización.



Otro método empleado para separar mezclas heterogéneas es el de **magnetización**. El magnetismo es la propiedad física que poseen algunos metales, como el hierro, el níquel y el cobalto, que consiste en la atracción que experimentan estos materiales al estar dentro de un campo magnético. La magnetización puede emplearse para recuperar dichos metales si se encuentran en una mezcla. Este método es muy utilizado en la industria minera para separar los minerales que contienen hierro.

HACIA TU PROYECTO

Analiza por qué es necesario conocer el contenido de esta sección para llevar a cabo tu proyecto 1 de este bloque.

### Métodos para separar mezclas homogéneas

Entre los métodos más usados se encuentran la cromatografía, la extracción, la destilación y la cristalización.

La **cromatografía** es un método que permite separar mezclas de muchas sustancias, e incluso ayuda a separar aquellos componentes que se encuentran en concentraciones muy pequeñas en la mezcla. Básicamente el proceso consiste en disolver la mezcla en un fluido (líquido o gas), al cual se le denomina **fase móvil**, que se encarga de arrastrar los componentes de la mezcla a través de un material llamado **fase estacionaria**, que puede ser otro fluido o un sólido. Los constituyentes de la mezcla viajan a diferentes velocidades debido a que cada uno interactúa de manera distinta con la fase estacionaria. Esta propiedad permite la separación de dichos constituyentes.

Existen diversos tipos de cromatografía debido a que pueden emplearse gran variedad de materiales, tanto en la fase móvil como en la estacionaria. Por esta razón es una técnica con muchas aplicaciones que se usa en la industria de los alimentos (figura 1.26) y en el análisis de plantas, porque permite separar aceites, aromas, pigmentos y sustancias activas. También se utiliza en Química forense para la determinación del contenido de alcohol en la sangre, cuando la persona ingirió bebidas alcohólicas y en el control ambiental para analizar mezclas de aire, agua y suelo. Una de las técnicas cromatográficas más simples es la que utiliza papel como fase estacionaria para separar componentes coloridos de una muestra y la fase móvil es el disolvente, que puede ser agua, acetona o alcohol.

En el método de **extracción** se aprovecha la solubilidad de las distintas sustancias en una mezcla para separarlas. Se utiliza sobre todo para separar sustancias presentes en las plantas. La preparación de un té es un ejemplo del proceso de extracción, en el que una sustancia sólida (las hojas de té) se mezcla con agua caliente (el disolvente), lo que permite extraer las esencias y sustancias que le dan el olor y sabor característico a dicha infusión.

La **cristalización** consiste en la separación de una sustancia que se encuentra en disolución y que es susceptible de solidificarse mediante la formación de cristales. Este método de separación se emplea en todos los productos químicos sólidos o cristalinos que son de interés en la industria farmacéutica. También es importante en los procesos para la obtención de la sal común y del azúcar a nivel industrial (figura 1.27). El proceso de cristalización involucra cambios en la temperatura de la disolución, lo cual provoca la evaporación del disolvente y cambios en la solubilidad del sólido.



1.25 La cromatografía tiene aplicación en el control de calidad de alimentos.



1.26 Antiguamente la sal era tan preciada como el oro.

Por ejemplo, para separar sal disuelta en agua, es necesario calentar la disolución, lo que provocará que el agua se evapore poco a poco y se forme una disolución saturada que es el punto en que se alcanza la máxima cantidad de soluto que puede disolverse. Si el volumen de agua continúa disminuyendo se rebasa el valor de solubilidad de la sal y comienzan a formarse cristales de sal que se precipitan y acumulan en el fondo del recipiente.

Existen otros métodos de separación de mezclas homogéneas que funcionan con base en el cambio de estado de agregación de las sustancias implicadas, tal como sucede en la destilación y la sublimación.

En la **destilación** se aprovecha la diferencia en los puntos de ebullición de los componentes que se desea separar. Es un método de gran utilidad en la obtención del alcohol que se usa para curaciones, la separación de aceites, la obtención de licores (como el tequila) y también en la refinación del petróleo (figura 1.28). Cabe mencionar que las sustancias que pueden separarse por este método deben ser **miscibles**, de tal forma que no es posible separarlas por decantación. Este método implica calentar una solución a distintas temperaturas y evaporar consecutivamente los distintos componentes. La sustancia con menor punto de ebullición se evapora primero y pasa al estado gaseoso; luego pasa por un refrigerante (un doble tubo de vidrio donde, por la parte de afuera, corre agua fría); ahí vuelve a condensarse y la sustancia en estado líquido se colecta en otro recipiente.

El petróleo es un material que contiene cientos, si no es que miles, de sustancias mezcladas. En las refineras se destila el petróleo para separar sus distintos componentes. Gracias a esto algunas sustancias se utilizan como combustibles, otras para asfaltar las calles y otras más como materia prima para obtener en el laboratorio sustancias útiles para la sociedad como gasolinas, plásticos, ceras y lubricantes, entre otras.

En la **sublimación** se aprovecha la propiedad de una sustancia para cambiar del estado sólido al gaseoso y posteriormente del gaseoso al sólido. Por ejemplo, si quisiera separarse yodo de un sólido, como la arena, se coloca la mezcla en un vaso de precipitados y se cubre con un vidrio de reloj con la parte cóncava hacia arriba. Para enfriar se coloca agua fría sobre el vidrio de reloj. Luego se calienta el vaso con una parrilla eléctrica. Se aprecia un vapor morado (¡el yodo gaseoso!) que asciende. Al entrar en contacto con el vidrio de reloj frío se solidifica y se queda pegado en sus paredes. El yodo se raspa del vidrio de reloj y se colecta en otro recipiente.

En la vida cotidiana la sublimación está presente en los aromatizantes para baño; los que están en forma de pastillas contienen una sustancia llamada paradiclorobenceno, junto con la sustancia aromatizante. Al sublimarse el diclorobenceno arrastra al aromatizante, ambos se difunden en el ambiente y, entonces, podemos percibir su olor agradable (figura 1.29).

1.28 Hoy se utiliza la técnica de sublimación en la impresión de telas a partir de pigmentos especiales que se someten a una temperatura de 240 °C.



1.27 La extracción y separación del petróleo y sus derivados es un ejemplo de destilación.

#### Glosario

**Miscible:** propiedad de algunos líquidos para mezclarse en otro y formar una mezcla homogénea.

#### Te recomendamos

Revisar el experimento de la extracción de cafeína a partir de las hojas de té en: Catalá, Rosa María, "Los secretos del café" en *Guía del maestro ¿Cómo ves?*, núm. 69, 2004, disponible en <http://edutics.mx/4i6> (Consulta: 17 de junio de 2016).



Separa sustancias de una mezcla con base en las propiedades físicas de sus componentes.

**Material**

Un vaso de precipitados, un vidrio de reloj, un mechero, un tripié, una tela de asbesto, una espátula, una balanza, un mortero con pistilo, hielo, un paño y una pastilla de aromatizante para baño.

**Medidas de seguridad**

Es muy importante que no aspiren los vapores que se desprenden de la pastilla aromatizante. Utilicen guantes para manipular la pastilla, laven bien sus manos. Cuando el vaso de precipitados esté caliente empleen un paño para manipularlo y así evitar quemaduras.

**Procedimiento**

**Equipo**

1. Pesen 20 g de la pastilla para baño y muélanla en el mortero.
2. Coloquen la muestra en el vaso de precipitados, y encima de éste el vidrio de reloj. Sobre el vidrio de reloj coloquen un cubo de hielo.
3. Calienten el vaso de precipitados hasta que observen la formación de cristales en el vidrio de reloj.



**Análisis de resultados**

4. Contesten.
  - a) Por su aspecto, ¿qué tipo de mezcla es la pastilla de baño?
  - b) ¿Qué propiedad del diclorobenceno se aprovechó para utilizar este método?
  - c) ¿Cuál fue la función del hielo?
  - d) ¿Si colocaran de nuevo el diclorobenceno con los demás componentes serviría la pastilla de aromatizante para baño?
  - e) ¿Cómo se llama el método que emplearon para separar el diclorobenceno del resto de los componentes de la pastilla de aromatizante?

**Manejo de residuos**

Colecten los residuos de la pastilla y el diclorobenceno en el recipiente de desechos que su maestro les asignará.

En la siguiente tabla se organizan los métodos de separación considerando el estado de agregación de la mezcla.

Tabla 1.13 Métodos de separación			
Estados de agregación	Método de separación	Propiedad intensiva	
Sólidos de sólidos	Sublimación	Cambio en el estado de agregación	
	Tamizado	Tamaño de partícula	
Sólidos de líquidos	Cristalización	Solubilidad	
	Extracción		
	Filtración		
	Centrifugación	Densidad	
	Decantación		
	Destilación	Punto de ebullición	
Líquidos de líquidos	Destilación	Punto de ebullición	

Deduce y comprueba cuál es el método de separación que utilizarían para separar los componentes de una mezcla con base en sus propiedades físicas.

#### Material

9 vasos de precipitados de 50 mL, un embudo de tallo largo estriado, un agitador de vidrio, un vidrio de reloj, un imán, papel filtro, sacarosa, cloruro de sodio, limadura de hierro, azufre en polvo y alcohol etílico.

#### Medidas de seguridad

No toquen el azufre y el alcohol etílico directamente con las manos. El azufre puede producir inflamación y quemaduras. El alcohol etílico puede irritar su piel.

#### Procedimiento

##### Equipo

1. A cada equipo se le proporcionarán 5 g de cada una de las sustancias sólidas mencionadas y determinarán las siguientes propiedades: si pueden ser atraídas por un imán y su solubilidad en agua y en alcohol. Registren los resultados de sus observaciones en la tabla 1.14. Después de determinar las propiedades de cada sustancia deberán mezclarlas en un vaso de precipitados.

Sustancias que son atraídas por un imán	Sustancias que se disuelven sólo en agua	Sustancias que se disuelven sólo en alcohol etílico	Sustancias que no son solubles en agua ni alcohol etílico

2. De acuerdo con sus resultados, discutan qué método elegirían para separar las cinco sustancias. Revisen la tabla 1.13 para elegir cómo separar cada sustancia y qué propiedad intensiva aprovecharán. Regístrenlo en la tabla 1.15.

Componente de la mezcla	Propiedad intensiva	Método de separación del componente de la mezcla
Limadura de hierro		
Azufre		
Cloruro de sodio		
Sacarosa		
Alcohol etílico		

3. Con los materiales que les proporcionará su maestro corroboren si es posible separar los componentes de la mezcla por el método que eligieron.

#### Análisis de resultados

4. Contesten.
  - a) ¿De qué depende la elección de un procedimiento u otro para separar las sustancias que componen una mezcla?
  - b) ¿Lograron separar cada sustancia por el método que eligieron?

- c) En caso de no ser así, ¿a qué lo atribuyen?
- d) ¿Consideran que eligieron el mejor método para separar cada componente? ¿Podrían separarlo de otra manera? Expliquen.

#### Manejo de residuos

La limadura de hierro y el azufre pueden almacenarse en recipientes separados para ser utilizadas en otra actividad experimental. Como el azufre se recupera en el papel filtro, sólo hay que esperar a que el agua evapore. Las demás sustancias pueden desecharse en la tarja con abundante agua.

### Cierre

Identifica algunos métodos de separación que se utilizan en ciertas mezclas.

##### Individual

1. Contesta en tu cuaderno.
  - a) ¿Cómo se llama el método que utilizaste para separar los pigmentos de las hojas en la actividad de inicio (página 44)?
  - b) ¿En qué propiedad de las sustancias se basa dicho método para separar una mezcla?
  - c) Investiga el nombre de las sustancias que separaste en la actividad de inicio.
  - d) Además de la separación de los pigmentos en el papel filtro, realizaste una extracción, ya que originalmente los pigmentos se encontraban en las hojas y después en la mezcla líquida color verde que obtuviste al mezclar y moler las hojas con el quitaesmalte. ¿En qué propiedad física se basa la extracción de los componentes de la mezcla?
  - e) Para los investigadores forenses es común realizar análisis de tintas para identificar la tinta usada en la escritura de cartas o mensajes relacionados con algún delito. Las tintas son mezclas y sus componentes son variables, por eso se analizan y comparan las sustancias que las forman para poder identificar la tinta de un mensaje específico. ¿Qué tipo de mezcla son las tintas? ¿Qué método usarías para separar sus componentes?
  - f) ¿Qué utilidad tiene separar las sustancias que forman una mezcla?
2. Revisa y valida tus respuestas con ayuda de tu maestro.

##### PRACTICA

1. El aire es una mezcla de gases cuya composición es aproximadamente 78% de nitrógeno, 21% de oxígeno, 0.9% de argón y 0.1% de otros gases. Por esa composición el aire es un recurso que proporciona nitrógeno y oxígeno gaseoso como materias primas para la industria de los fertilizantes (en el caso del nitrógeno) o en hospitales (en el caso del oxígeno). Para separarlos se comprime el aire hasta que uno de ellos pase a estado líquido y pueda separarse del otro mediante el método de destilación fraccionada. La propiedad intensiva en la que se basa ese método es:
  - a) Temperatura de ebullición.
  - b) Densidad.
  - c) Temperatura de fusión.
  - d) Cambio de estado de agregación de gaseoso a líquido.

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

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

Salud **T**

Inicio



Muchos de los conocimientos que ha generado la Química se utilizan para ayudar a cubrir las necesidades de la sociedad; por ejemplo, la producción y conservación de alimentos, la elaboración de medicamentos y fertilizantes, la manufactura de fibras sintéticas y aparatos electrónicos, y la fabricación de limpiadores y desinfectantes de todo tipo, entre muchas otras. Con el desarrollo de estos productos ha mejorado la calidad de vida de las personas. Sin embargo, a pesar de los beneficios que proporcionan todos estos productos, muchos llegan a ser perjudiciales para la salud humana, o bien, generan contaminación ambiental (figura 1.30).

**1.29** En la actualidad para cuidar el ambiente se usan bioinsecticidas, es decir, se coloca un organismo vivo que mata a los insectos dañinos o una sustancia química que ayuda a repeler los insectos no deseados.

### Determina la concentración de una disolución de cloro residual en agua potable.

Los blanqueadores domésticos contienen una sustancia denominada hipoclorito de sodio. Además de ser usados para el blanqueado de fibras, se emplean para desinfectar agua, ya que esta sustancia destruye a los microorganismos que causan enfermedades.

El hipoclorito de sodio se puede descomponer y generar gas cloro, que puede causar problemas de salud, por ejemplo: agravar problemas de asma, enfisema, bronquitis crónica, tuberculosis, causar daño en nariz y dientes. Los sistemas de agua potable aplican hipoclorito de sodio y verifican que los niveles de cloro residual estén dentro del intervalo permitido, que es de 0.00002 a 0.0006% *masa/masa*, según la norma oficial, sin que se hayan observado efectos adversos en la salud humana.

Individual

1. Calcula la concentración de cloro residual para las siguientes muestras de agua potable y exprésalas en porcentaje *masa/masa*. Para llevar a cabo tus cálculos recuerda que el agua potable es una disolución y su densidad es de 1 g/mL.

Volumen de agua potable (L)	Masa del agua potable (g)	Masa de cloro residual (g)	Concentración de cloro residual en % m/m
1		0.006	
10		0.6	
50		1	
100		12	

2. De acuerdo con el texto anterior, ¿qué muestras caen en el intervalo de concentraciones recomendadas por los organismos reguladores del agua potable? ¿Cuáles sobrepasan esos valores?
3. Investiga cuál es la concentración de hipoclorito de sodio en los blanqueadores domésticos.
4. Investiga cuáles son los daños a la salud que se dan por ingerir blanqueadores de manera accidental.

Desarrollo



**1.30** ¿Cómo puedes saber si el agua de estos recipientes está contaminada?

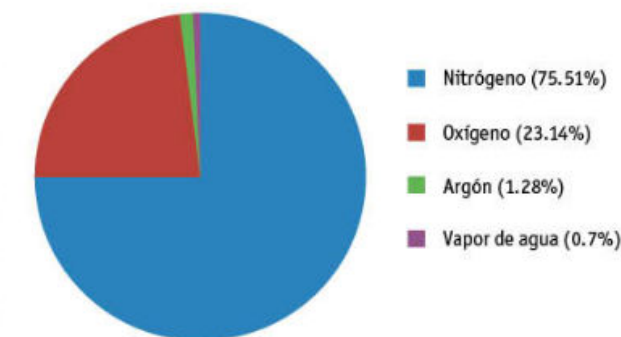
### Contaminación de una mezcla

En la vida cotidiana es casi imposible encontrar un material puro que contenga sólo una sustancia. La pureza es un concepto relativo. Por ejemplo, decimos que el agua potable es pura, porque podemos beberla sin temor a enfermarnos. Sin embargo, en realidad el agua potable frecuentemente está mezclada con otras sustancias como sales minerales.

Pero si otra sustancia ajena a los ambientes naturales comunes se mezcla con el agua se dice que ésta ya no es pura. Y si dicha sustancia es nociva para los seres vivos, entonces se dice que el agua está contaminada (figura 1.31).

La contaminación del agua se ha convertido en un tema de discusión a nivel mundial porque resulta cada vez más difícil que este líquido se encuentre, de manera natural, en las condiciones favorables para la vida acuática, la agricultura y la ganadería, para la recreación y el consumo humano. Es importante que recuerdes que el agua es un líquido indispensable para que se efectúen nuestras funciones biológicas y las del resto de los seres vivos. Sin ella, la vida simplemente no existiría.

El aire es otra mezcla que consta de varias sustancias; su pureza radica en la ausencia de sustancias ajenas a su composición química natural, que se muestra en la figura 1.32. Es importante tener en mente que los contaminantes presentes en cualquier mezcla deben ser mínimos, para que no afecten las propiedades de dicha mezcla. Los **contaminantes** son sustancias presentes en cantidades que perjudican nuestro entorno: suelo, aire y agua, y son responsables de daños a la salud.



**1.31** Composición química del aire.

### Identifica si los componentes de una mezcla pueden ser contaminantes, aunque no sean perceptibles a simple vista.

#### Material

2 platos pequeños de barro vidriado, parrilla eléctrica, 3 vasos de precipitados de 50 mL, un paño, 10 mL de agua destilada, 5 mL de jugo de limón, 5 mL de una disolución de yoduro de potasio 0.1 M, marcador.

#### Medidas de seguridad

Manipulen con cuidado las sustancias calientes para evitar quemaduras.

#### Procedimiento

Equipo

1. Marquen un plato con la palabra "agua" y el otro con la palabra "ácido". Al que dice "agua" agreguen 5 mL de agua destilada y al que dice "ácido" 5 mL de jugo de limón.



- Coloquen ambos platos en una parrilla y calienten hasta que hiervan los líquidos. Retiren de la parrilla utilizando el paño para evitar quemaduras.
- Esperen a que se enfrien los líquidos y agreguen a ambos 2.5 mL de la disolución de yoduro de potasio. Analicen y registren sus observaciones en una tabla.

**Te recomendamos**

Aprender a identificar la presencia de plomo en vajillas de barro en el manual de pruebas "¿Cómo detectar la presencia de plomo en cazuelas, ollas, platos y jarros de barro esmaltado?" en *Sedesol*, 2009, disponible en <http://www.edutics.mx/45c>, y a reducir el contenido de plomo en vasijas de barro vidriadas en el artículo "Eliminación del plomo por curado casero", en *Salud Pública de México*, núm. 41, 1999, disponible en <http://www.edutics.mx/4ie> (Consultadas: 17 de junio de 2016).

**Análisis de resultados**

- Investiguen en fuentes bibliográficas confiables y en internet lo siguiente.
  - ¿Qué sustancia compone el vidriado de los materiales de barro? ¿Se considera perjudicial cuando la ingieren los seres humanos?
  - ¿Cuáles son las propiedades físicas del yoduro de plomo?
  - ¿Cuál es el propósito de agregar yoduro de potasio a ambos platos?
  - ¿Cuál es la diferencia entre una sustancia contaminante y una tóxica?
- Con base en los resultados de la actividad respondan.
  - ¿En alguno de los platos se observó algún cambio? De ser afirmativa su respuesta, ¿a qué se debe?
  - ¿Qué información proporciona que en uno de los platos haya cambios?
  - ¿Una sustancia puede estar contaminada sin darnos cuenta al mirarla u olerla? ¿Qué piensan al respecto?
  - El vinagre es un material con propiedades ácidas, ¿consideran que el resultado sería el mismo si lo usas en lugar del limón?
  - Los utensilios de barro son objetos que fabrican los artesanos mexicanos, ¿dejarían de usarlos?, ¿qué alternativa proponen?

**Manejo de residuos**

Los residuos del plato con la palabra ácido se desechan en un contenedor de residuos de plomo que su maestro les proporcionará y los del otro plato pueden verterse en el drenaje.

**Toxicidad**

El plomo es un elemento químico que puede encontrarse en algunos vegetales y alimentos en pequeñas cantidades. Sin embargo, en dosis mayores representa un alto riesgo para la salud. En México este elemento se encuentra presente en la capa de vidriado que recubre los recipientes de barro para cocinar. Si la olla no está bien cocida, el plomo puede contaminar la comida y acumularse lentamente en nuestro cuerpo (figura 1.33).

Un material puede estar contaminado y sus propiedades físicas y químicas no se alteran. En gran medida esto dependerá del tipo de contaminante que esté presente, pero sobre todo de la cantidad. Como ya se dijo, al agua potable se le agregan pequeñas cantidades de hipoclorito de sodio (NaClO).

El hipoclorito de sodio no causa daños por exposición prolongada; sólo es muy tóxico si se le ingiere en concentraciones altas. Sin embargo, cuando esta sustancia se descompone para producir gas cloro, también puede provocar efectos nocivos a la salud, como los que se mencionaron en la actividad de inicio.



1.32 El plomo aún se encuentra en ciertas pinturas, como las que se usaron en las fachadas de casas antiguas, pisos y murallas. Hoy en día no se permite agregar plomo a la pintura.

**Concentración de las sustancias en los materiales y sus efectos**

Como has visto, existe un número enorme de mezclas. Una manera de caracterizar determinada mezcla es indicando cuáles su composición química, es decir, como se analizó antes, señalar de cuáles y de cuántas sustancias consta esa mezcla, y cuáles la proporción de cada una.



1.33 Las tabletas efervescentes sufren un cambio químico al contacto con un líquido.

Por ejemplo, las conocidas pastillas efervescentes que sirven para quitar el dolor de cabeza contienen tres sustancias mezcladas: ácido acetilsalicílico, bicarbonato de sodio y ácido cítrico. En una tableta (de 3.3 g) hay 0.324 g de ácido acetilsalicílico, 1.976 g de bicarbonato de sodio y 1 g de ácido cítrico (figura 1.34). ¿Cuánto ácido acetilsalicílico, bicarbonato de sodio y ácido cítrico hay en 100 g de tabletas efervescentes?

Al terminar los cálculos se determina que la composición de las tabletas es 9.8 g de ácido acetilsalicílico, 59.9 g de bicarbonato de sodio y 30.3 g de ácido cítrico por cada 100 g de tabletas. Una manera de abreviar esta información es usando la concentración en porcentaje de masa, como se muestra en la tabla 1.17. De esta manera se especifica cuál es la concentración de cada una de las sustancias que constituyen la tableta.

Componente	Porcentaje
Ácido acetilsalicílico	9.8 %
Bicarbonato de sodio	59.9%
Ácido cítrico	30.3%
Total	100%

Una vez que se conoce la concentración en porcentaje en masa de un componente no es necesario indicar la cantidad de muestra que se tomó para hacer el cálculo, puesto que dicha concentración corresponde a una proporción del componente en una disolución de 100 g. Esta forma de expresar la concentración es útil, siempre que la cantidad de soluto presente en la disolución no sea muy pequeña. Los metales se consideran contaminantes del agua, aun en cantidades muy pequeñas. Por ejemplo, el cinc se considera un contaminante cuando se encuentra en concentraciones de 0.0001 % m/m, es decir, 1 mg de cinc disuelto en 1 L de disolución. Para facilitar el manejo de disoluciones en las que el soluto se encuentra en cantidades muy bajas se utiliza otra manera de expresar la concentración, denominada **partes por millón**. No hay un símbolo para representar esta concentración, simplemente se usan las siglas ppm en letras minúsculas.

La forma de calcular la concentración en partes por millón es similar a como se calculan los porcentajes:

$$\text{Concentración en ppm} = \frac{\text{masa del soluto}}{\text{masa total de la disolución}} \times 1\,000\,000$$

Se requiere conocer la concentración en ppm de las sales de calcio, magnesio y sodio en una muestra de 1 L de agua potable. Para realizar el cálculo es necesario considerar la densidad del agua de 1 g/mL. En 1 L de agua se tienen 1 000 mL y por tanto 1000 g.

- Calcio

$$\text{ppm} = \frac{0.066 \text{ g}}{1000 \text{ g}} \times 1\,000\,000 = 66 \text{ ppm}$$

**Te recomendamos**

Junto con tus compañeros ve la película *Erin Brockovich*, del director Steven Soderbergh (EUA, 2000), cuyo tema gira en torno a la contaminación del agua potable.

Tabla 1.18 Sales en una disolución

Soluto	Masa del soluto (g)
Calcio	0.066
Magnesio	0.024
Sodio	0.018

- Magnesio

$$\text{ppm} = \frac{0.024 \text{ g}}{1000 \text{ g}} \times 1\,000\,000 = 24 \text{ ppm}$$

- Sodio

$$\text{ppm} = \frac{0.018 \text{ g}}{1000 \text{ g}} \times 1\,000\,000 = 18 \text{ ppm}$$

En la siguiente actividad utilizarás la concentración en partes por millón.

Identifica la funcionalidad de expresar la concentración de una mezcla en unidades de porcentaje (%) o en partes por millón (ppm).

#### Material

10 mL de concentrado para preparar agua de jamaica, 1 L de agua de la llave, una pipeta graduada de 1 mL, una pipeta graduada de 10 mL, 8 vasos de plástico desechables, un agitador de vidrio.

#### Medidas de seguridad

No ingieran el agua de jamaica.

#### Procedimiento

##### Equipo

1. Marquen siete vasos con números consecutivos del 1 al 7.
2. Agreguen 10 mL de concentrado para preparar agua de jamaica al vaso 1.
3. Tomen 1 mL del vaso 1 y colóquenlo en el vaso 2, añadan 9 mL de agua de la llave, agiten. ¿Cuánto concentrado para agua de jamaica hay en porcentaje en el vaso 2?
4. Tomen 1 mL del vaso 2 y pásenlo al vaso 3, y añadan 9 mL de agua y agiten. Repitan este procedimiento hasta llegar al vaso 7. Apóyense en el esquema que se muestra.



#### Análisis de resultados

5. En cada caso determinen la cantidad de concentrado de agua de jamaica a partir del vaso 2 al 7. Consideren que en el vaso 1 hay 100% de jamaica y luego contesten.

- a) ¿Cómo cambian los valores de los porcentajes calculados conforme se diluye la muestra inicial?
- b) ¿Cómo es la relación entre el cambio de coloración y la cantidad de la disolución original?
- c) De las expresiones de concentración, ¿cuál es la más adecuada para una disolución muy diluida?

#### Manejo de residuos

Las disoluciones que se utilizaron no son peligrosas y pueden verterse al drenaje.

## Toma de decisiones relacionada con la concentración y sus efectos

Como estudiamos antes, a la relación entre la cantidad de soluto (concentrado para preparar el agua de jamaica) y el volumen total (concentrado de jamaica y agua) se le denomina **concentración**. En este caso, entre mayor sea la concentración de jamaica mayor es la cantidad de concentrado que se ha agregado en el agua. Por lo que si la concentración de agua de jamaica fuera de 0.001%, significaría que casi no hay nada de jamaica en el agua; en cambio, si la concentración fuera del 100% esto indica que todo el volumen es de jamaica y no hay cantidad de agua.

En la actividad anterior te habrás percatado que a partir del tercer vaso, la cantidad de jamaica es considerablemente menor, y para expresar de manera más clara la concentración de este soluto conviene usar partes por millón. Así, la concentración en el vaso 7 será de 1 en un millón (1/1000000), es decir, de 1 ppm. Muchas sustancias, en especial los contaminantes, son nocivas aun cuando se encuentran en cantidades muy pequeñas, por eso se acostumbra determinar su concentración en partes por millón.

Para concluir acerca de las dos formas de expresar la concentración que hemos analizado hasta ahora, el porcentaje y las partes por millón, no olvides que:

- En el caso del porcentaje si nos referimos a un contaminante en cualquier material, quiere decir que si dividimos el volumen total en 100 porciones, el contaminante ocuparía tantas porciones de 100 como nos indique el valor numérico del porcentaje.
- En el caso de las partes por millón cuando escribimos 1 ppm (que se lee como "una parte por millón" o "una parte de cada millón") significa que si dividimos el volumen en un millón de partes, el contaminante ocuparía sólo una de ellas.

El efecto que causan los contaminantes, tanto en el ambiente como en los seres vivos, depende de su concentración. De hecho podría suponerse que cualquier sustancia en grandes cantidades resultaría dañina. Y, del mismo modo, los venenos más poderosos podrían ser inocuos e incluso curativos cuando se encuentran muy diluidos (figura 1.35). Esta idea que resalta la concentración de una sustancia proviene del médico y alquimista de principios del siglo XVI, conocido como Paracelso. Él decía: "sólo la dosis hace al veneno". Así, la diferencia entre un veneno y un medicamento es la dosis administrada o acumulada en el cuerpo. Para ejemplificar abordemos los efectos del alcohol en el ser humano.

#### Te recomendamos

Conocer acerca de la contaminación de agua por el uso de plaguicidas en el artículo de Hernández, Arturo, "Uso de plaguicidas en dos zonas agrícolas de México y evaluación de la contaminación de agua y sedimentos", en *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, núm. 2, 2011, disponible en <http://edutics.mx/Jeb> (Consulta: 17 de junio de 2016).

Reflexiona de qué manera el contenido de este tema te puede ayudar para llevar a cabo el proyecto 2 de este bloque.

HACIA TU PROYECTO



1.34 El ornitorrinco inyecta veneno con el espalmo que posee en una de sus patas traseras; su picadura produce intensos dolores a los seres humanos, pero no está lo suficientemente concentrado para causarle daños fatales.



1.35 El alcoholímetro es un dispositivo sensor de gas que al soplar en él se determina la cantidad de alcohol en la sangre.

Una gran cantidad de muertes en el mundo se producen por accidentes automovilísticos provocados por personas que manejan en estado de ebriedad. Para disminuir este problema en muchas ciudades se verifica que los conductores no hayan ingerido demasiado alcohol, mediante un aparato que conocemos como alcoholímetro (figura 1.36). Este dispositivo mide la concentración de alcohol en la sangre. Si dicha concentración es mayor a 0.4 g/L (0.4 g de alcohol por cada litro de sangre), no se permite que el conductor siga manejando y se le detiene hasta que se le pase el efecto.

Los efectos del alcohol aumentan conforme se incrementa su concentración en la sangre. El daño va desde sentirse mareado con una pequeña cantidad, hasta poner en riesgo la vida al ingerir gran cantidad en un lapso muy corto.

De hecho el consumo excesivo de alcohol es perjudicial para cualquier persona y aún más en quienes poseen menor peso corporal, porque también tienen menos cantidad de sangre; por tanto, para la misma cantidad de alcohol (al dividir entre un volumen menor)... ¡la concentración es mayor!

En este caso observa que conocer la concentración de alcohol en la sangre (mediante el alcoholímetro) ayuda a tomar decisiones que permiten salvar la vida de muchos ciudadanos, no sólo la de quien ingirió bebidas alcohólicas, sino que también la de personas que se verían involucradas en algún accidente.

### Toma de decisiones relacionada con la contaminación de una mezcla



1.36 La Ciudad de México es una de las más contaminadas del mundo, junto con ciudades de India, Corea del Sur, China y Rusia.

Nunca en la historia de la humanidad ha habido tantas personas en la Tierra: ¡más de 7 mil millones! Somos muchos viviendo, comiendo, trabajando y generando desechos y contaminantes en nuestro planeta. Esto es especialmente cierto y peligroso en los grandes centros urbanos que caracterizan la época actual.

Una manera de prevenir los daños de la contaminación ambiental y la posibilidad de que ocurra una enorme e indeseable tragedia es midiendo constantemente la concentración de los contaminantes del aire.

En la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) —que abarca la totalidad de la Ciudad de México y la zona conurbada del Estado de México— cada hora se determina la concentración de contaminantes y se comunica a la población cuál es la calidad del aire mediante el **Índice Metropolitano de la Calidad del Aire (Imeca)**. El Imeca informa acerca del grado de contaminación y del nivel de riesgo que implica para la salud humana, así como las recomendaciones o acciones que pueden realizarse para su protección. Este índice emplea cinco categorías cualitativas: buena, regular, mala, muy mala y extremadamente mala (figura 1.37).

El Imeca se obtiene a partir de las mediciones de la concentración en partes por millón de contaminantes como ozono, dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno y monóxido de carbono. Por ejemplo, en la tabla 1.19 se indica cuál es el valor del Imeca en función de la concentración (en partes por millón) del ozono en el aire en la ZMVM.

	Imeca	Ozono (ppm)	Recomendaciones
Buena	0-50	0-0.055	Adecuada para realizar actividades al aire libre.
Regular	51-100	0.056-0.110	La población puede llevar a cabo actividades al aire libre.
Mala	101-150	0.111-0.165	Evitar las actividades al aire libre.
Muy mala	151-200	0.166-0.222	Evitar las actividades al aire libre. Acudir al médico en caso de presentar complicaciones respiratorias o cardíacas.
Extremadamente mala	>200	>0.220	Evitar salir de casa, mantener puertas y ventanas cerradas. Mantenerse informado de las instrucciones de las autoridades.

Fuente: Norma Ambiental del Distrito Federal NADF-009-AIRE-2006, en *Gaceta Oficial del Distrito Federal*. Décima Sexta Época No. 141, 29 de noviembre de 2006, disponible en <http://edutics.mx/Jem> (Consulta: 24 de enero de 2017).

De acuerdo con los valores Imeca que se muestran en la tabla anterior, si la calidad del aire es “Buena”, cualquier persona puede realizar actividades al aire libre debido a que el riesgo en la salud es menor; si la calidad del aire está dentro del intervalo que se considera “Regular”, es posible que los niños, personas de la tercera edad y aquellas con enfermedades del corazón o de las vías respiratorias presenten molestias o síntomas respiratorios.

El riesgo para la salud de la población aumenta cuando el valor del Imeca rebasa los 100 puntos; es decir, cuando la calidad del aire es catalogada como “Mala”, ya que ya puede causar efectos adversos en la salud de la población en general, y las personas con mayor riesgo son los niños, los adultos mayores y las personas con enfermedades del corazón o relacionadas con las vías respiratorias.

Si la calidad del aire es “Muy mala” o “Extremadamente mala” puede causar mayores efectos adversos a la salud en la población en general, presentándose complicaciones graves y con mayor probabilidad de incidencia para los grupos más sensibles, como los niños (figura 1.38) y los adultos mayores.

Para facilitar la identificación de la calidad del aire de acuerdo con los valores del Imeca a cada intervalo se le asigna un color: “verde” para el de 0 a 50 puntos, “amarillo” de 51 a 100 puntos, “naranja” para el intervalo de 101 a 150 puntos, “rojo” de 151 a 200 y “púrpura” si es mayor a 200.

Como puedes apreciar, éste es otro ejemplo de que medir la concentración de los contaminantes en las mezclas nos permite tomar decisiones informadas y útiles para proteger nuestra salud.

#### Interdisciplina

Consulta tu libro de Formación Cívica y Ética, para revisar el tema Toma de decisiones colectivas ante problemáticas de orden social y ambiental que afectan a un grupo, una comunidad social o una nación: salud, pobreza, desempleo, inseguridad, violencia, corrupción, falta de equidad de género y deterioro ambiental, en el primer bloque.



1.37 La contaminación del aire en las grandes ciudades afecta el sistema respiratorio y puede provocar algunas alergias, sobre todo en los niños.

Cierre

Calcula concentraciones en partes por millón y toma decisiones a partir del valor obtenido.

Individual

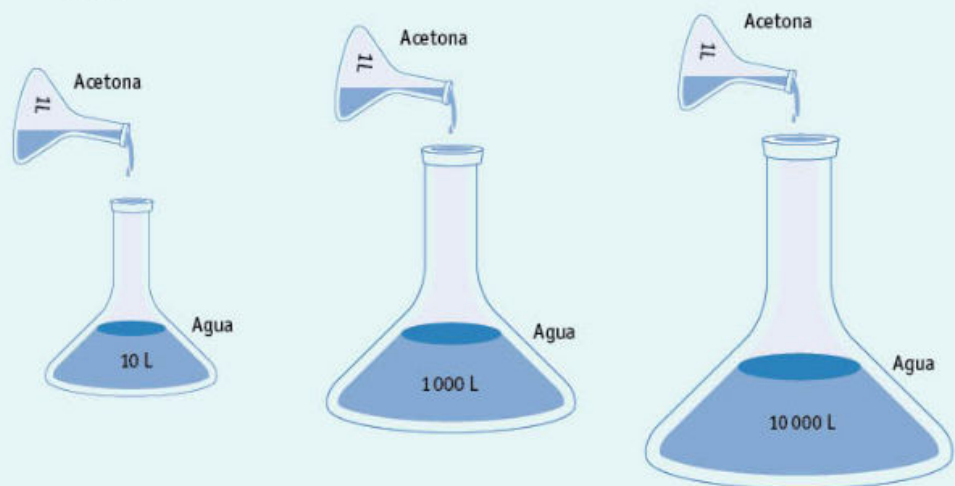
1. Se tomaron muestras de aire en dos zonas de la Ciudad de México y se determinó la cantidad de ozono presente en cada una. Considera que la masa de aire de la muestra es 1 kg. Calcula la concentración de ozono de cada zona, exprésala en ppm y completa la tabla 1.20. Antes de realizar el cálculo de la concentración en ppm recuerda que es necesario expresar la masa de la muestra de aire en gramos. Después contesta.

Zona	Cantidad de ozono (g)	Concentración de ozono en ppm
Zona noroeste	0.000180	
Zona sureste	0.000045	

- De acuerdo con la tabla de intervalos Imeca, ¿cómo es la calidad del aire en cada zona?
- ¿Qué efectos en la salud de las personas ocasiona realizar actividades al aire libre en la zona noroeste de la Ciudad de México?
- ¿Es recomendable practicar algún deporte al aire libre en la zona sureste? Justifica tu respuesta.

2. Contesta:

- Al alcohol que se utiliza para desinfectar heridas se le conoce como alcohol del 96, ¿a qué se refiere esa indicación?
- Algunas cervezas especifican en la etiqueta que tienen 4.5% de alcohol. Si alguien ingiere 250 mL de la misma, ¿qué cantidad de alcohol bebió?
- Observa los siguientes dibujos y calcula el porcentaje de acetona que hay en cada caso.



- ¿Todo contaminante es tóxico? Justifica tu respuesta.

- Obtén el porcentaje de las siguientes sustancias en una muestra total de 500 g: cloruro de sodio (495 g), yodato de potasio (4g), fluoruro de potasio (1g).
- El envase de sal de mesa de 1000 g dice que contiene fluoruro de potasio en una concentración de 300 ppm, ¿qué información te da ese dato?
- Ahora que sabes expresar la concentración de sustancias en ppm, calcula las concentraciones de cloro residual, en las muestras de agua potable que se presentaron en la actividad de inicio. Recuerda que los límites permitidos de concentración de cloro en agua son de 0.2 - 6 ppm.

Volumen de agua potable (L)	Masa del agua potable (g)	Masa de cloro residual (g)	Concentración de cloro residual en ppm
1		0.006	
10		0.6	
50		1	
100		12	

- ¿Qué mezclas poseen una concentración de cloro residual en el intervalo permitido?
  - Para este caso, compara las formas de expresar la concentración en % masa/masa y en ppm. ¿Cuál es la forma de mayor utilidad para expresar la concentración? Justifica tu respuesta.
- h) Investiga en el departamento de aguas de tu comunidad cuál es el contenido de cloro en el agua. Averigua si hay alguna forma de medir el contenido de cloro en el agua que sale de la toma de agua en tu casa. ¿Los resultados son diferentes?

PRACTICA

1. Es la unidad que se emplea para expresar la concentración de una disolución en la que hay cantidades muy pequeñas de solutos.

- a) Porcentaje en masa/masa.
- b) Partes por millón.
- c) Porcentaje en masa.
- d) Molaridad.

2. La industria cerámica utiliza plomo y cadmio en el proceso de vidriado; si la formulación es deficiente o el proceso de cocción insuficiente, el vidriado se torna potencialmente tóxico. Algunos alimentos, como los jugos de naranja y limón o el vinagre, producen un cambio químico con el vidriado que extraen ciertas cantidades de plomo y cadmio, los cuales pueden causar daños en los sistemas nervioso, cardiovascular, gastrointestinal, inmunológico y reproductivo, así como la enfermedad llamada saturnismo, que se caracteriza porque los niños sufren desórdenes de conducta y aprendizaje. Por ello, la Secretaría de Salud establece en la NOM-010-SSA1-1993 que el límite de plomo soluble en artículos de vidrio y cerámica será de 7 ppm en artículos planos.

¿Cuál es la concentración permitida de plomo expresada como porcentaje?

- a) 0.07%
- b) 0.007%
- c) 0.0007%
- d) 0.00007%



## Primera revolución de la Química

### Inicio

La ciencia es una actividad colectiva inmersa en la historia y relacionada con la sociedad, la política y la economía; su propósito principal es proponer explicaciones lógicas y bien fundamentadas para entender los fenómenos naturales. Qué sabemos, cómo concebimos el mundo, qué tecnología tenemos al alcance, depende de cada época y de cada cultura. Por eso se dice que el conocimiento científico es tentativo y provisional, porque cambia según el momento histórico en el que se desarrolla.

Ahora vamos a mostrarte cómo se ha explicado a lo largo de la historia el fenómeno de la **combustión** hasta llegar a la explicación actual, propuesta por el químico francés Antoine Laurent Lavoisier. La **combustión** es un tipo de cambio químico en el que interviene el oxígeno y se produce luz y calor. En general, cuando algo se quema, tenemos un ejemplo de este tipo de cambio.

Argumenta la importancia de usar un recipiente cerrado para corroborar que la masa se conserva durante un cambio químico.

**Individual** 1. Lee los siguientes experimentos y observa las imágenes asociadas a cada uno.

**Experimento 1.** Con una balanza se determina la masa de un recipiente de vidrio sellado con tapa que contiene un trozo de madera pequeño y se obtiene el siguiente dato; masa inicial: 35 g. Se quema la madera en el recipiente cerrado y una vez que termina el proceso de combustión, se determina la masa del recipiente y al final se registra el siguiente valor: 35 g.



**Experimento 2.** Se determina la masa de un recipiente de vidrio que contiene un trozo pequeño de madera; el recipiente se mantiene abierto; es decir, sin tapa. Se registra el siguiente dato de masa inicial: 30 g. Se quema la madera manteniendo el recipiente abierto en todo momento. Una vez que termina el proceso de combustión se mide de nuevo la masa del recipiente. Se registra el siguiente valor; masa final: 18 g.



2. Responde.

- ¿Qué le ocurre a la madera una vez que se quema? Describe las características del producto que se formó después de la combustión en cada experimento.
- ¿Qué diferencia existe entre los valores de masa determinados al inicio y al final del experimento 1?
- ¿A qué se debe la diferencia entre los datos de masa al inicio y al final del experimento 2?
- ¿En qué experimento se conservó la masa total al final de la combustión?
- En la determinación de la masa al inicio y al final de combustión de madera, ¿cuál es la importancia de mantener el recipiente cerrado?

3. Compara tus resultados con los de un compañero.

### El carácter tentativo del conocimiento científico

En la Antigüedad clásica los filósofos griegos no contaban con laboratorios ni el enorme conocimiento que tenemos hoy en día acerca de la Naturaleza. Sus únicas herramientas eran su mente y sus sentidos. Pensaron que todos los seres y los objetos estaban hechos de una sola cosa a la que llamaron materia y que todos los materiales que conocían no eran otra cosa más que distintas presentaciones de esa materia. Además dieron a los fenómenos naturales, como la combustión, diferentes interpretaciones como veremos a continuación.

#### La combustión según Empédocles

Empédocles de Agrigento (490–430 a. n. e.) llegó a la conclusión de que tendría que haber más de un tipo de materia porque ni el agua ni el aire son capaces, por sí mismos, de convertirse en un rosal o en una mariposa. Pensó que en la Naturaleza existían cuatro tipos de materia a los que llamó elementos: tierra, aire, fuego y agua. Asimismo creyó que todos los cambios de la Naturaleza se debían a que estos cuatro elementos se mezclaban y luego volvían a separarse. La tierra, el aire, fuego y el agua quedaban sin alteración, es decir, intactos con todos esos cambios en los que participaban. La existencia de los cuatro elementos explicaba lo que ocurría al arder la madera. Aparecía el fuego. El gorgoteo y los crujidos que se escuchan eran evidencia del agua. Entonces, cuando algo se convertía en humo se trataba del aire. Y cuando el fuego se consumía, lo que quedaba (la ceniza) era tierra. Date cuenta de que las palabras agua, aire, tierra y fuego no se referían exactamente a los materiales concretos que conocemos, sino más bien a principios y cualidades: lo líquido, lo tangible y concreto, lo gaseoso y lo caliente.

#### Alquimia

Esta etapa de la historia de la Química comprende un periodo de casi 2 000 años (del año 300 a. n. e. hasta 1600). Jabir ibn-Hayyan fue uno de los alquimistas más importantes del mundo árabe. En sus escritos detalló la preparación de diversos compuestos químicos, como cloruro de amonio, ácido acético y ácido nítrico. Jabir era un fiel creyente de la transmutación, es decir, de la conversión de un metal en otro. De hecho creía que era posible obtener oro a partir de una combinación de mercurio y azufre en las proporciones adecuadas.

### Desarrollo



1.38 Georg Ernst Stahl (1660-1734) propuso la teoría del flogisto, que perduraría un siglo.

Los alquimistas pensaban que la sustancia responsable de la transmutación era un polvo seco. Los árabes lo denominaron *al-ikisir* y los europeos lo denominaron elixir y posteriormente “piedra filosofal”. Se pensaba que esta sustancia era capaz de curar todas las enfermedades, además de que preservaría al ser humano de la muerte brindándole la “eterna juventud”.

Con frecuencia los alquimistas obtenían “aire” o “vapores” de sus experimentos, pero estas sustancias eran difíciles de observar, y por tanto se dificultaba su estudio o prácticamente se ignoraba. El químico, fisiólogo y médico belga Jan Baptiste van Helmont (1580-1644) fue el primero en estudiar los vapores producto en esos experimentos. Describió las sustancias que se comportaban igual que el aire, como aquellas que no tenían un volumen y una forma definidos. A él se debe el término “gas” para calificar a este tipo de sustancias.

### La combustión según Paracelso

Paracelso (1493-1541), médico y alquimista suizo, propuso otra explicación para la combustión. Él pensaba que todas las sustancias estaban constituidas, no por elementos, sino por tres principios o cualidades: lo azufroso, lo mercurioso y lo salino. En el principio azufre radicaban el calor y la capacidad de los cuerpos para quemarse; del principio mercurio dependían la pesantez y la capacidad de los cuerpos para ser líquidos y volátiles, y finalmente, el principio de la sal causaba la solubilidad y la estabilidad ante el fuego. Con estas ideas Paracelso explicaba la incandescencia de los cuerpos de la siguiente manera: “Si quemáis la madera y observáis el resultado, veréis que hay una cosa que arde —el azufre—, una cosa que despidе humo —el mercurio— y otra cosa que queda convertida en ceniza —la sal—.”

### Interdisciplina

En tu curso de Historia 2 (bloque II, De mediados del siglo XVII a mediados del XIX) analizaste las causas y consecuencias de la Revolución Francesa que se inició en 1789. En ese mismo año Lavoisier publicó su obra *Tratado elemental de química*, en la que se incluye gran parte de su investigación y que se considera el primer libro de Química moderna. Además de llevar a cabo su labor científica, Lavoisier se desempeñaba como funcionario de la monarquía y por ello fue condenado a muerte y ejecutado en la guillotina a la edad de 50 años. ¿Cuáles son las limitaciones producidas por el contexto cultural y social en el que se desarrolla el conocimiento científico?

### La teoría del flogisto

Más tarde, a finales del siglo XVII, el médico Georg Ernst Stahl (figura 1.39) propuso una elegante y convincente explicación: las sustancias capaces de arder lo son por contener un “principio de inflamabilidad” que escapa al aire o se traslada de una sustancia a otra durante la combustión. A este principio lo denominó **flogisto**, del griego *phlogistós*, que quiere decir “inflamable”.

De acuerdo con Stahl las sustancias combustibles podían contener más o menos flogisto y, en consecuencia, arder con mayor o menor intensidad. El carbón, que era el combustible mejor conocido de la época, debería estar constituido casi totalmente por flogisto. Las sustancias presentes en los seres vivos lo contenían en menor proporción, mientras que sustancias como la arena no debían contenerlo en lo absoluto. Según esta teoría el flogisto escapaba durante la combustión mediante la flama. Cuando el aire se saturaba de flogisto la combustión se detenía. De esta manera se daba la explicación de por qué en un sistema cerrado (recipiente cuyas paredes no permiten la transferencia de materia con el exterior) la combustión se detiene. En realidad la teoría del flogisto estaba equivocada. Aunque es verdad que durante las combustiones algo se transfiere de una sustancia a otra, es falso que sea el flogisto o que se traslade del material combustible al aire.

### La explicación de Antoine Lavoisier

Casi un siglo después el científico Antoine Lavoisier (1743-1794) lograría explicar convincentemente la combustión. Este gran investigador francés estudió la combustión del estaño y del

mercurio. Pesó con cuidado todas las sustancias antes y después de cada experimento, pero lo hizo en un recipiente cerrado para no dejar escapar los gases (figura 1.40). De esta manera obtuvo los siguientes resultados:

- Los productos de la combustión pesaban más que las sustancias originales.
- El peso ganado por los metales al quemarse era igual al peso perdido por el aire natural en que se quemaban.
- La sustancia que se unía a los metales al quemarse era el gas apenas descubierto por el científico Joseph Priestley (1733-1804), el oxígeno, al que había llamado “aire desflogisticado”.

Es decir, concluyó que no era cierto que, durante la combustión, el flogisto se trasladara del metal al aire dejando como residuo una cal metálica sino que por el contrario, el “aire desflogisticado” (el oxígeno) que se encontraba en el aire se incorporaba al metal y daba lugar a la formación de otra sustancia: un óxido metálico. La teoría de Lavoisier tiene tanta lógica como la del flogisto, pero lo más importante es que ha resistido todas las pruebas a las que se ha sometido desde entonces. Hoy en día, no hay duda de que las combustiones ocurren tal como lo explicó Lavoisier a finales del siglo XVIII.

Después de cientos de años la humanidad finalmente tenía una explicación bien fundamentada y que concordaba con los hechos acerca de cómo experimentan las sustancias que se sometían a la combustión.



1.39 Aparato utilizado por Lavoisier para medir la masa de los gases involucrados en la combustión.

Identifica el carácter tentativo del conocimiento científico y las limitaciones producidas por el contexto cultural en el cual se desarrolla.

#### Individual

1. Elabora una línea del tiempo, mínimo con 10 hechos, que abarque desde la época de Empédocles, la alquimia y hasta nuestros días. Señala personajes y sus aportaciones al mundo. Comparte tu línea del tiempo entre cuatro compañeros más para obtener una más completa.

#### Equipo

2. Analicen su línea del tiempo y contesten las siguientes preguntas. Si lo consideran necesario, investiguen más acerca del tema en la Biblioteca Escolar o en internet.
  - a) ¿Por qué consideran que la idea de los cuatro elementos perduró durante muchos siglos?
  - b) A pesar de que las ideas actuales son diferentes a las de los filósofos griegos de la Antigüedad éstas aún continúan dándose a conocer. ¿A qué piensan que se debe?
  - c) ¿Qué limitaciones había en las épocas en que se propusieron estas teorías?
  - d) ¿Se puede considerar a la Química como una ciencia joven? Justifiquen.
  - e) ¿Qué tipo de aportaciones hicieron los griegos a la Química?
  - f) ¿Qué aportaciones hicieron los alquimistas a la Química?
  - g) ¿Qué aportaciones hicieron otras culturas a la Química; por ejemplo, los chinos y los árabes?
  - h) ¿Qué hace diferente a la Química de la alquimia?
  - i) En la época de los alquimistas el aire se clasificó como una sola sustancia; hoy en día se sabe que es una mezcla. ¿Por qué inicialmente el aire se consideró como una sola sustancia?

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

Como se mencionó, el trabajo de Lavoisier fue mucho más allá del problema de la combustión; sus principales aportaciones a la Química son las siguientes.

- Mostró que medir con precisión la masa de las sustancias que reaccionan y la de aquellas que se producen es fundamental en el ejercicio de la Química.
- Demostró que para medir las masas de los gases que se producen es necesario trabajar en sistemas cerrados, es decir, en recipientes que impidien la salida de los gases.
- Propuso la necesidad de un método cuantitativo para el estudio y la interpretación de los cambios químicos.
- Definió el elemento como una sustancia simple que ya no puede descomponerse.
- Estableció un primer método de nomenclatura química donde representa a los elementos mediante símbolos.
- Propuso las bases para el desarrollo de la Química como una disciplina científica basada en la experimentación y la investigación.
- Enunció la **Ley de la conservación de la masa**: “La masa no se crea ni se destruye, sólo se transforma”.

HACIENDO  
PROYECTO

Reflexiona por qué es importante la conservación de la masa en un proceso como el que se presenta en el proyecto 1 de este bloque.

Sin duda, esta Ley fue la aportación más destacada de Lavoisier. Significa que la masa (la cantidad de materia) antes y después de los procesos químicos es siempre la misma. En los cambios químicos se obtienen unas sustancias a partir de otras. A esto se refiere con “la materia sólo se transforma”. Por ejemplo, si hacemos arder 200 g de madera con 150 g de oxígeno, al final podríamos haber obtenido 206 g de dióxido de carbono, 84 g de agua y 60 g de cenizas. Es decir, la masa de la madera con el oxígeno será igual a la obtenida con el dióxido de carbono, el agua y las cenizas. Esta Ley de la conservación de la masa y la conciencia de que había que ser muy riguroso al realizar los experimentos y medir las propiedades de las sustancias desplazó a la alquimia, que era una mezcla de misticismo, religión, filosofía y empirismo, hacia la consolidación de una verdadera ciencia. A esto se le considera como la Primera revolución de la Química. No hay que olvidar que esta ciencia estudia todo lo relacionado con los procesos donde se obtienen unas sustancias a partir de otras. Y por sus importantes aportaciones, Antoine Laurent Lavoisier es considerado, con todo derecho, el padre de esta ciencia.

### Cierre

Valora la importancia que tiene la medición en el trabajo de laboratorio y para la Química.

#### Material

Una balanza granataria o digital, espátula, vidrio de reloj, caja de Petri, 1 g de sulfato de cobre y 1 g de yoduro de potasio.

#### Medidas de seguridad

No toquen ninguna sustancia directamente con las manos; pueden irritar su piel.

#### Procedimiento

Equipo

1. Usen la balanza para determinar la masa de la caja de Petri sin tapa. Registren todos los datos que obtengan. Coloquen sobre la caja de Petri 1 g de sulfato de cobre y 1 g de yoduro de potasio. Registren la masa total de los tres materiales.

2. Agiten de lado a lado la caja de Petri con cuidado para no derramar la mezcla hasta que noten que hay un cambio. Dejen reposar la caja durante 5 minutos y determinen la masa una vez más.
3. Respondan las siguientes preguntas.
  - a) ¿Qué color tiene cada uno de los polvos antes de juntarlos? Describanlos.
  - b) ¿Qué color tiene la mezcla antes de dejarla reposar?
  - c) ¿Qué color tiene la mezcla después de 5 minutos de reposo?
  - d) ¿Qué cambios notaron a lo largo de la actividad? Describanlos. ¿Detectaron algún olor? ¿Cuál?
  - e) ¿A qué atribuyen la variación de masa?

En el experimento que realizaron se habrán percatado de la formación de una sustancia gaseosa que se difundió en el aire. Durante su proceso de aprendizaje será importante recurrir al contexto histórico, como en este caso. ¿Qué piensan que hubiera hecho Lavoisier para entender lo que ocurrió en esta reacción?

4. Ahora usen la balanza para determinar la masa de la caja de Petri con tapa. Luego agreguen los polvos del sulfato de cobre y yoduro de potasio y tápenla. Midan la masa después de 5 minutos. Registren sus resultados.

#### Análisis de resultados

5. Para realizar el análisis de resultados y concluir con la actividad respondan.
  - a) ¿Cambió el valor de la masa en la primera prueba? Argumenten.
  - b) ¿Por qué fue necesario tapar la caja de Petri?
  - c) ¿Cuál fue la importancia de medir?
  - d) ¿Qué imaginan que hizo Lavoisier para formular su ley: “la masa no se crea ni se destruye, sólo se transforma”? ¿Cómo interpretan esta ley?
  - e) Si en un cambio químico están seguros de que no hay desprendimiento de gases, ¿cerrarían el recipiente donde se está llevando a cabo? Justifiquen.
  - f) Si Lavoisier no hubiera medido la masa de sus materiales, ¿habría llegado a las conclusiones que dieron sustento a la Ley de la conservación de la masa? Justifiquen.

#### Manejo de residuos

Coloquen los residuos de ambos experimentos en el recipiente que indique su maestro.

Tabla 1.22 Resultados del sistema abierto

Masa de la caja de Petri sin tapa	
Masa del sulfato de cobre	
Masa del yoduro de potasio	
Masa total de los tres materiales	
Masa total de los tres materiales después de 5 minutos	

Tabla 1.23 Resultados del sistema cerrado

Masa de la caja de Petri completa	
Masa del sulfato de cobre	
Masa del yoduro de potasio	
Masa después de 5 minutos	

#### PRACTICA

1. ¿Qué sistema usó Lavoisier para demostrar que la masa se conserva en las transformaciones químicas que desprenden gases?
 

<input type="radio"/> a) Sistema abierto.	<input type="radio"/> b) Sistema mixto.
<input type="radio"/> c) Sistema cerrado.	<input type="radio"/> d) Sistema de intercambio.

P

## Proyecto 1

Salud **T**

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

#### Introducción

La industria salinera se encarga de producir la sal que se usa para condimentar los alimentos al cocinar y para conservarlos con el fin de evitar la putrefacción que causan bacterias y hongos. Además, la sal se utiliza en distintos procesos químicos industriales como la fabricación de vidrio, jabón, plásticos, papel, cosméticos y medicamentos, e incluso se emplea en grandes cantidades para disolver el hielo que se forma en los caminos y carreteras durante el invierno.



1.40 Salina en Guerrero Negro, Baja California Sur.

La sal se obtiene sobre todo de **salinas**, sitios donde la acción del Sol evapora el agua salada y, al final, queda sólo la sal porque no se evapora; entonces se deja secar y se prepara para su venta (figura 1.41). Generalmente el agua salada proviene del mar, aunque también puede obtenerse de lagos y lagunas saladas situados tierra adentro. El nombre químico de la sal es cloruro de sodio (NaCl) y si proviene de una fuente marina está acompañada de otras sales. El cloruro de sodio es indispensable para el organismo, porque regula el equilibrio ácido-base, mantiene la presión osmótica, promueve el correcto funcionamiento de los músculos y ayuda a la permeabilidad celular. Sin embargo, su consumo debe ser moderado, porque en exceso genera problemas de salud.

El proyecto en el que trabajarán rescata muchos de los conceptos y las habilidades procedimentales que han aprendido hasta ahora. Será importante que hagan una breve investigación y después decidan qué proyecto llevarán a cabo. Una opción es que reproduzcan el proceso para la obtención de sal en las salineras por medio de evaporación.

#### Planteamiento del problema

Es el momento de poner en práctica todo lo que han aprendido durante este primer bloque. Para iniciar es importante plantear un problema. La siguiente pregunta les ayudará a reflexionar al respecto:

- ¿Cómo hacen las salineras para separar las sales del agua marina?

Contestar lo anterior da pie a que respondan lo siguiente:

- ¿Cuál es la composición sustancial del agua marina y de la sal de mesa?
- Con base en lo anterior, ¿la sal es una mezcla, un compuesto o un elemento?
- ¿Cuál sería un método para separar las sales del agua? Justifiquen por qué utilizar ese método y en qué principios se basa.
- ¿Cómo funciona una salinera y cuáles son sus beneficios sociales?
- ¿Cuál es el impacto ambiental negativo que provoca esta industria?
- ¿Cuál es la importancia del cloruro de sodio en el buen funcionamiento del organismo?
- ¿Qué problemas ocasiona el exceso en su consumo?

#### Te recomendamos

Revisar la información de la Asociación Mexicana de la Industria Salinera para conocer cómo funcionan, disponible en <http://edutics.mx/4dQ> (Consulta: 17 de junio de 2016).

Otro aspecto que pueden abordar en este proyecto se refiere a la necesidad de desarrollar métodos poco costosos para obtener agua potable a partir del agua de mar. Para abordar este problema les recomendamos investigar:

- ¿Cuánta agua hay en el planeta Tierra?
- ¿Cómo está distribuida y cuánta es potable?
- ¿Qué necesidades fisiológicas y básicas cubrimos con el agua potable?
- ¿Qué procesos para potabilizar el agua existen en la actualidad?
- ¿En nuestro país se cuenta con la tecnología para obtener agua potable a partir del agua de mar? ¿En qué consiste?
- ¿El agua contaminada puede volver a ser potable mediante procesos químicos? Investiguen cómo.
- Desde el punto de vista económico, ¿qué tan factible es descontaminar el agua para potabilizarla?

Recuerden que estas preguntas son una guía que les ayudará a definir el problema por resolver; ustedes pueden elegir alguna otra pregunta que deseen responder relacionada con los contenidos del bloque y el tema de su proyecto según sus inquietudes e intereses.

#### Planeación

Propongan un plan de trabajo para desarrollar su proyecto. No olviden definir el problema a resolver, los propósitos a alcanzar y la metodología que seguirán para resolver el problema. Su proyecto puede ser una actividad experimental (figura 1.42) o una investigación documental donde la recolección de datos y el análisis de los mismos los guíe a conclusiones que respondan el problema y atiendan los propósitos. Es importante que en su planeación contemplen el uso de un cuaderno de registro y distribuyan las tareas del equipo, para lo cual les sugerimos que utilicen un cronograma.



1.41 Si llevan a cabo una actividad experimental deben corroborar sus resultados.

#### Desarrollo del proyecto

Para el desarrollo del proyecto se recomienda valorar con qué recursos cuentan y qué proyectos son viables, además de considerar el tiempo de realización y los integrantes del equipo involucrados en el proyecto, entre otros aspectos. Las preguntas que se incluyen a continuación pueden orientarlos en su desarrollo.

- ¿Cómo elaborarían una mezcla similar al agua marina?
- ¿Cómo eliminarías los sólidos de esa mezcla?
- ¿Qué son y en qué consisten las acciones de evaporar, solubilizar, filtrar y cristalizar?
- Investiguen las diferencias entre los términos "agua dulce", "agua potable", "agua tratada", "agua destilada" y "agua pura".
- ¿Cómo disminuirían el impacto ambiental que produce una salinera?
- ¿Cómo se recupera el agua para otros usos en la obtención de la sal?
- ¿Qué pruebas deben realizarse para garantizar que el agua sea potable?

#### Presentación de resultados

Pueden presentar sus resultados por medio de tablas, cuadros y gráficas que ayuden a mostrar, de manera sintetizada y objetiva, los datos que generaron. Si eligieron realizar un proyecto para separar los componentes del agua salada no pierdan de vista lo que sigue.

- ¿Su método para obtener sal es el mismo que se utiliza en una salinera? Descríbanlo.
- ¿Qué propiedades tiene el agua de mar?
- ¿Cómo eliminaron los sólidos?
- ¿Cómo obtuvieron sal de su mezcla?
- ¿Cómo se puede obtener agua potable a partir de agua salada considerando el impacto en el ambiente?
- ¿Qué métodos de separación de sustancias en una mezcla utilizaron para obtener sal?
- ¿En qué se basaron para utilizar esos métodos?
- ¿Fueron eficientes esos métodos?

### Conclusiones

Para elaborar las conclusiones de su proyecto redacten un párrafo que contemple la solución al problema planteado y no olviden que debe atender los propósitos que plantearon al inicio; reflexionen sobre las preguntas que siguen y añadan su reflexión.

- ¿Lograron obtener sal de la mezcla que trataron? ¿Los métodos de separación que utilizaron fueron los adecuados?
- ¿Cuáles fueron las bases para que recurrieran a esos métodos?
- Desde el punto de vista de la química, ¿qué consideraciones tuvieron presentes para separar la sal del agua?
- ¿El método que emplearon les permitió comprender cómo funciona una salinera?
- ¿Qué aprendieron de las salineras respecto a su importancia social?
- ¿Cómo pueden evitar las salineras el impacto ambiental?

### Comunicación

Al finalizar el proyecto cada equipo explicará a sus compañeros con ayuda de un cartel, un video, una presentación electrónica, etcétera, la metodología que siguió para separar la sal del agua; deben recalcar también por qué se utilizó dicha metodología.

Para compartir los resultados de sus proyectos con el resto de la comunidad escolar les sugerimos montar un periódico mural que pueda exhibirse en diferentes puntos de la escuela. Incluyan, además, el problema que resolvieron, sus propósitos, el marco teórico en el que destacan temas como mezclas, sustancias, métodos de separación de mezclas y propiedades de las sustancias, por mencionar algunas, así como los resultados y las conclusiones obtenidos.

### Evaluación

Contesten en equipo.

- ¿Están satisfechos con el desarrollo de su proyecto y los resultados obtenidos?
- ¿Qué aprendieron de la metodología que utilizaron para resolver el problema?
- ¿Qué mejorarían de esta metodología?
- ¿Qué dificultades encontraron al trabajar este proyecto? ¿Cómo los resolvieron?
- ¿Qué opinan tus compañeros acerca de tu participación en el proyecto?
- ¿Qué aprendieron al elaborar el proyecto?

Respondan de manera individual.

- ¿Cuáles fueron mis aciertos en el trabajo que realicé?
- ¿Me siento satisfecho con los resultados obtenidos?
- ¿Cómo puedo mejorar?

## Proyecto 2



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

#### Introducción

Desde que la Tierra se formó la cantidad de agua que existe en el planeta se ha mantenido constante, debido a que se recicla y purifica continuamente, ya sea mediante el proceso natural que conocemos como ciclo del agua o en plantas de tratamiento. Sin embargo, en la actualidad es preocupante que las actividades humanas contaminen este líquido con tal rapidez que el ciclo natural no alcanza a purificarla.

Por otro lado el agua contaminada (figura 1.43) puede provocar daños severos a la salud. La Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos de América (EPA) ha dividido los contaminantes de este líquido en dos grupos, de acuerdo con los efectos que pueden causar en la salud humana.

- Contaminantes que causan efectos agudos, como las bacterias y los virus, no son permanentes; por ejemplo, el agua contaminada con bacterias como *Salmonella* puede fácilmente enfermar a quien tenga contacto con ella; un tratamiento adecuado y oportuno ayuda a que el sujeto sane. En el caso de personas con sistema inmunológico débil, por efecto de tratamientos médicos como la quimioterapia contra el cáncer o ciertas enfermedades como las que produce el sida, las consecuencias de una infección con estas bacterias pueden ser peligrosas y en algunos casos fatales.
- Contaminantes que causan daños a la salud durante un tiempo prolongado (efectos crónicos) y que pueden ocasionar daños fisiológicos, genéticos, lesiones corporales (internas y externas), así como enfermedades que pueden causar la muerte. Entre las sustancias tóxicas se encuentran diversos químicos (disolventes y plaguicidas), **radionucleidos** (como el radio) y minerales (como el arsénico).

#### Planteamiento del problema

Con la información anterior se ha puesto de manifiesto la importancia del agua para la vida y también se sabe que en la actualidad la sociedad enfrenta un problema debido a su escasez y la contaminación provocada por las actividades humanas. Es fundamental destacar que la decisión y elección del tema de su proyecto depende de sus inquietudes e intereses. A continuación les proponemos algunos.

- ¿Cómo puede limpiarse el agua producto del lavado de ropa para poder reutilizarla?
- ¿Qué método será el más adecuado para limpiar el agua que se utiliza en casa?
- Si vives cerca de algún río, lago o laguna, ¿cómo la utilizarías?, ¿qué harías para conseguirlo?



1.42 ¿Qué puedes hacer para evitar o disminuir la contaminación de ríos y lagos?

#### Glosario

**Radionucleidos:** isótopo radiactivo que puede contaminar agua y algunos alimentos.

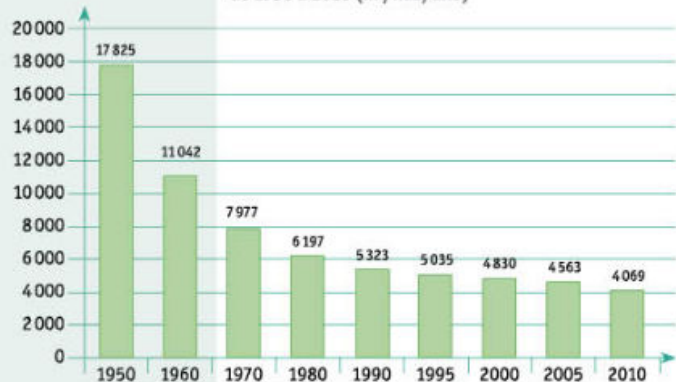
#### Interdisciplina

En el bloque 1 de tu curso de Ciencias 1, Biología, estudiaste del ciclo del agua.

#### Te recomendamos

Consultar el "Inventario nacional de plantas municipales de potabilización y de tratamiento de aguas residuales en operación", en *Semarnat*, 2014, disponible en <http://edutics.mx/Jnk> y revisar el "Atlas del agua en México 2015", en *Semarnat*, 2015, disponible en <http://edutics.mx/JeE> (Consultadas: 17 de junio de 2016).

Gráfica 1.1 Variación del agua renovable media per cápita del agua, de 1950 a 2010 (m<sup>3</sup>/hab/año)



Fuente: Conagua, 2015.

- ¿Qué son las mezclas?
- ¿Cuáles son los métodos de separación de mezclas?
- ¿Cómo se clasifican las mezclas de acuerdo con su aspecto?
- ¿A qué se le llama aguas grises y a qué aguas negras?
- ¿Cuáles son los métodos de purificación del agua?
- ¿En qué consiste el tratamiento de aguas residuales?
- ¿Puede reutilizarse el agua de lluvia?
- ¿Qué cantidad de lluvia se presenta en tu localidad al año?
- ¿El agua de lluvia podría solventar las necesidades de agua potable de un país como México? Expliquen.
- ¿Qué tipo de sustancias son los contaminantes más frecuentes en el agua? ¿Cómo se pueden retirar éstos?
- ¿Consideran necesario conocer el tipo de sustancia presente en una muestra de agua contaminada para intentar purificarla? Justifiquen su respuesta.
- ¿Cuál sería el impacto social, económico y de salud pública de la reutilización del agua?

### Planeación

Una vez que determinen cuál será el problema a resolver es importante que hagan una planeación de las etapas de su proyecto. En ella deben considerar el planteamiento de sus propósitos y las actividades que realizarán. Les sugerimos que utilicen un cuaderno para registrar sus actividades, los tiempos dispuestos para llevarlas a cabo, los resultados, los problemas que enfrenten y cómo los resolvieron.

### Desarrollo del proyecto

Consideren en todo momento la planeación que diseñaron antes y para esta etapa pueden guiarlos lo siguiente.

- ¿Cómo deben eliminarse los sólidos del agua?
- ¿Cuál es la finalidad de un filtro?
- ¿Cómo puede construirse un filtro casero?
- ¿Qué son el carbón activado y el alumbre? ¿Para qué sirven?
- ¿Cómo eliminar los residuos de jabón?
- ¿Qué propiedades debe tener el agua potable?

- Observen la gráfica 1.1 y mencionen algunas de las causas que pudieron haber originado que descendiera el agua renovable media per cápita.

La ciencia debe proveer soluciones reales para que los propios avances de la tecnología y de la industria (carentes de una regulación eficaz), remedien sin agravar el problema de la contaminación del agua.

Para guiarse en la delimitación del tema a elegir les invitamos a contestar lo siguiente.

- ¿Qué diferencias hay entre el agua potable y el agua de lluvia?
- ¿Qué procedimiento puede efectuarse para purificar el agua de lluvia?
- ¿Qué ventajas ecológicas tiene la reutilización del agua?
- Investiguen en qué lugares hay plantas de tratamiento de aguas residuales y los usos que le dan al agua tratada.

### Presentación de resultados

Escriban el tema de su proyecto, los objetivos, la metodología que siguieron y los resultados. Incluyan fotografías, dibujos, esquemas o gráficas. Es necesario mencionar la importancia que tienen los resultados, tanto para ustedes como para su comunidad.

### Conclusiones

Redacten un párrafo que contemple si resolvieron o no el problema y tengan presentes los propósitos que plantearon en un inicio. Les sugerimos algunas preguntas que pueden guiarlos en la redacción de sus conclusiones.

- ¿Qué aprendieron respecto a los métodos de purificación del agua?
- ¿Esos métodos fueron eficientes?
- ¿En qué propiedades se apoyaron?
- ¿El agua que limpiaron sirve para beber? Justifiquen.
- ¿Qué ventajas tiene la metodología de trabajo que siguieron? ¿Cuáles son sus desventajas?
- ¿Cómo se relacionaron los conocimientos que adquirieron a lo largo del bloque con la realización de este proyecto?
- Después de terminar su proyecto, ¿qué otros temas les interesan y pueden motivar a otros proyectos escolares?

### Comunicación

Para presentar su trabajo consideren herramientas como el periódico mural (figura 1.44), trípticos, debate, feria de las ciencias o guión radiofónico no sólo para sus compañeros de grupo, sino para que lo conozca toda la escuela. De esta manera crearán conciencia acerca del uso racional del agua. Al final, expliquen con detalle a sus compañeros cómo pueden separarse los componentes no deseados del agua. Hagan una reflexión acerca del impacto ambiental que causa el uso indiscriminado e irresponsable de este líquido. Propongan medidas a favor del uso racional del agua que sean de fácil aplicación en los hogares.



1.43 Si montan un periódico mural procuren que los contenidos y las ilustraciones sean breves, claros y visibles para el público.

### Evaluación

Contesten en equipo.

- ¿Cómo lograron acuerdos en el equipo?
- ¿Cómo resolvieron los problemas que se les presentaron durante el desarrollo del proyecto?
- ¿Están satisfechos con el trabajo de su equipo?

Respondan de manera individual.

- ¿Cuál fue el papel que desempeñaste en el equipo?
- ¿Qué aciertos y desaciertos tuviste durante el desarrollo del proyecto?
- ¿Qué aspectos de tu trabajo mejorarías en el próximo proyecto?

### Te recomendamos

Revisar el proyecto "Acciones de infraestructura de drenaje y abastecimiento de agua en el Valle de México 2007-2012", en *Conagua*, 2012, disponible en <http://edutics.mx/450>, también puedes leer "Sistema de captación y filtrado de agua lluvias" en Organización Panamericana de la Salud, disponible en <http://edutics.mx/4dA> y consulta algunos aspectos básicos del agua en <http://edutics.mx/4dd> (Consultadas: 24 de enero de 2017).

## Pregunta 1

1. Lee.

Seguramente has visto o escuchado en algún noticiario que los químicos forenses son quienes se encargan de analizar y determinar el origen de las evidencias encontradas en una escena de crimen o accidente. Por ejemplo, cuando un implicado en algún choque automovilístico huye, muchas veces deja a su paso y en la escena del crimen trozos de cristal, metal, pintura o plástico. Los especialistas proceden a recolectar las muestras en bolsas selladas para llevar a cabo los análisis pertinentes en el laboratorio. Sin embargo, es muy frecuente que se enfrenten al problema de diferenciar si las muestras recolectadas y de apariencia similar, pertenecen al automóvil del afectado o al del vehículo prófugo. Imagina que eres un experto forense y se requiere tu ayuda para identificar al culpable de un accidente similar.

Te entregan una bolsa transparente y sellada que contiene seis muestras de apariencia similar, que son parte de la evidencia de un choque entre dos autos. En el lugar donde ocurrió el accidente sólo apareció el automóvil afectado, mientras que el causante de los daños huyó rápidamente. Se sospecha que se trata de un auto rojo porque se encontraron restos de pintura del mismo color en el pavimento y en el auto afectado. Se determinó el volumen de las muestras, así como su masa, y los datos se registraron en la siguiente tabla.

Muestra	Masa (g)	Volumen (mL)	$m/V$
1	5.9	6.2	
2	3.7	3.0	
3	3.5	3.7	
4	1.9	2.0	
5	5.5	4.5	
6	3.0	2.5	

2. Responde.

a) ¿Puedes identificar si dos objetos están hechos del mismo material sólo con usar tus sentidos? Explica.

3. Analiza los datos de la tabla y calcula el valor de  $m/V$  para cada evidencia; regístralo en el espacio que corresponda. Luego responde.

a) ¿Qué nombre recibe la relación  $m/V$ ? ¿En qué unidades se expresa?

b) ¿Recuerdas el valor de la relación  $m/V$  del agua? ¿Cuál es?

c) Compara los valores de  $m/V$  con el valor del agua. Si colocaras ambas evidencias en un vaso lleno de agua, ¿podrías predecir si ambas permanecen en la superficie, es decir, al nivel del agua o se hunden?

d) ¿Podrías usar esta relación  $m/V$  para identificar cada material? ¿Por qué?

e) Además se tomó una muestra de la pieza que sufrió daños del automóvil afectado y se determinó que la relación  $m/V$  del material del que está hecha es 1.2. ¿Qué muestras de las que aparecen en la tabla anterior pertenecen a este auto?

f) Unos minutos después de ocurrido el accidente un policía detuvo a un automóvil rojo que rebasaba el límite de velocidad al circular por una avenida; el policía se percató de que el automóvil presentaba algunos daños, decidió tomar una muestra de la pieza afectada y la llevó a un laboratorio forense, donde se determinó que la relación  $m/V$  del material de la pieza es de 0.95. Teniendo en cuenta esta información y los datos de la tabla, ¿consideras que el auto detenido es el que causó el accidente? ¿Por qué?

g) ¿Por qué la relación  $m/V$  es la misma para trozos de un mismo material, pero que tienen diferentes masas? ¿Qué otras propiedades de la materia poseen esta característica?

h) ¿Cuáles son las propiedades que dependen de la cantidad de material que considerarán para su estudio?

4. Explica el procedimiento que llevarías a cabo para determinar la densidad de dos objetos-evidencia que tienen forma irregular.

a) ¿Puedes determinarla usando sólo tus sentidos? ¿Por qué?

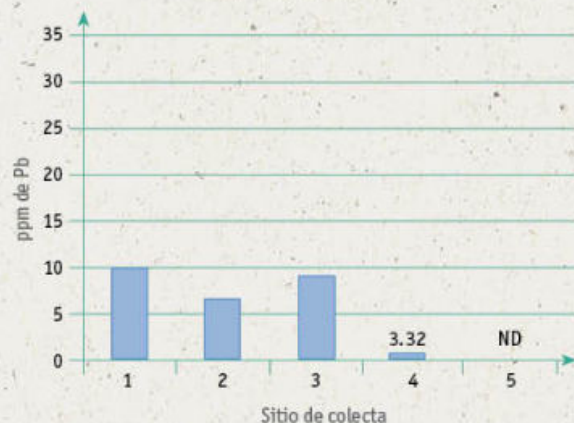
b) ¿Qué instrumentos usarías para llevar a cabo tu procedimiento?

## Pregunta 2

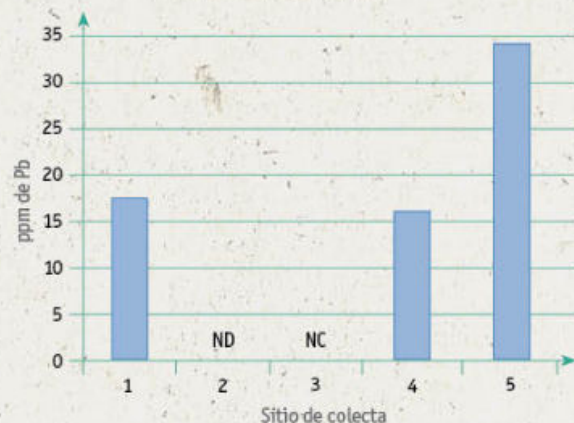
1. Lee.

Para cuantificar la presencia de metales pesados se pueden emplear algunos materiales procedentes de seres vivos, ya que éstos acumulan fácilmente este tipo de contaminantes. Es de particular importancia estudiar su concentración cuando se origina un huracán, ya que los fuertes vientos y las precipitaciones abundantes aumentan el transporte de contaminantes. Por ello, se llevó a cabo la cuantificación (en ppm) de plomo (Pb) en las hojas de un pasto marino, antes y después del huracán *Wilma*, el cual tocó tierra en el estado de Quintana Roo, en octubre de 2005. Se realizaron dos colectas en cinco lugares cercanos a la laguna de Yalahau, ubicada en dicho estado; la primera ocurrió antes y la segunda durante el mes que ocurrió el desastre. Los resultados se muestran en las gráficas 1.2 y 1.3.

Gráfica 1.2 Concentración de plomo en Yalahau antes del huracán Wilma



Gráfica 1.3 Concentración de plomo en Yalahau durante el huracán Wilma



ND = Plomo no detectado en la muestra  
 NC = Muestra no colectada debido a que no se encontró en el sitio

Fuente: Adaptado *Materiales avanzados*, año 7, núm. 14, febrero de 2010, disponible en <http://www.edutics.mx/4hH> (Consulta: 17 de junio de 2016).

De acuerdo con un estudio realizado en 2001 se considera que una zona está contaminada con plomo cuando se cuantifica una acumulación en un material biológico superior a 8.7 mg en 1 kg de muestra seca. ¿A cuánto equivale esta concentración en ppm?

2. Contesta.

a) Antes y después de Wilma, ¿qué zonas cercanas a Yalahau se consideran contaminadas con plomo (Pb)?

---



---

b) Responde: ¿qué daños a la salud del ser humano puede provocar la exposición al plomo en altos niveles?

---

c) ¿Es posible observar a simple vista los metales pesados que se acumulan en las plantas? ¿Por qué? ¿Qué tipo de mezcla forman los metales pesados?

---

d) ¿Cómo podrías separar los componentes de una mezcla homogénea?

---

Autoevaluación

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

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 con base en 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 el conocimiento científico.			

Coevaluación

La siguiente tabla es para evaluar a cada uno de tus compañeros de equipo. Escribe su nombre y responde sí o no a los indicadores propuestos. Es muy importante que seas objetivo porque tus comentarios deben servir para que tu compañero mejore 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 de residuos para el cuidado del ambiente.			



## 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 las limitaciones de la ciencia y del desarrollo tecnológico en diversos contextos

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

## Temas transversales

- Educación del consumidor
- Educación para la salud

# Bloque 2

## Las propiedades de los materiales y su clasificación química

## Inicio

Como ya se ha mencionado, existe una cantidad enorme de materiales y sustancias. Para organizar toda la información que se tiene de ellos, es necesario clasificarlos de una manera que resulte útil. Ya hemos establecido una primera clasificación de los materiales, en términos de sus componentes, en mezclas y sustancias. Ahora la ampliaremos al considerar los compuestos y los elementos.

Representa diferentes tipos de mezclas mediante el modelo cinético de partículas o corpuscular.

- Individual**
1. En tu cuaderno, con base en el modelo corpuscular, dibuja dentro de un recuadro las partículas que forman un líquido, un sólido y un gas.
  2. Representa las mezclas de la tabla 2.1 y utiliza el código de colores que se indica.

Tabla 2.1 Código de colores de algunas sustancias			
Mezcla	Representación de los componentes de cada mezcla		
Acero	Hierro		Carbono 
Componentes del aire	Nitrógeno		Oxígeno 
Vinagre	Ácido acético		Agua 
Agua con arena	Arena		Agua 

3. Ahora dibuja las mezclas de agua con arena en diferentes concentraciones. El volumen de agua en las dos mezclas es de 100 mL.
  - a) Mezcla 1: agua con 0.5 g de arena.
  - b) Mezcla 2: agua con 6 g de arena.
4. Si lo consideras necesario, investiga en libros de la biblioteca de tu escuela o en internet los datos que requieras para contestar.
  - a) ¿Qué tipo de mezclas son el acero, el aire y el vinagre?
  - b) ¿En qué estado de agregación se encuentra el acero? ¿Cómo se distribuyen las partículas de carbono en el hierro para formar acero?
  - c) ¿Qué estado de agregación presentan los componentes del aire? ¿Cuál es su proporción de nitrógeno y oxígeno?
  - d) ¿La proporción en que se encuentran los dos componentes del aire en tu dibujo concuerda con la real? Explica tu respuesta.
  - e) ¿En qué estado de agregación se encuentra el vinagre? ¿La distribución de las partículas corresponde al estado de agregación de la mezcla?
  - f) ¿La arena se disuelve en el agua? ¿Cómo se distribuyen las partículas de arena en el agua?

- g) ¿Qué método de separación emplearías para recuperar la arena que está en el agua?
- h) Investiga cuáles son los componentes del agua. ¿Consideras que es posible separar sus componentes por medio de los métodos físicos que aprendiste en la página 51? Explica tu respuesta.

**Pareja** 5. Compara tus resultados con los de un compañero y revísenlos con ayuda del maestro.

## Mezclas y sustancias puras: compuestos y elementos

Muchos de los materiales que existen en la naturaleza son mezclas. Ya identificaste los diferentes métodos físicos que se emplean para separar los componentes de las mezclas, todos ellos a partir de sus propiedades físicas. Las mezclas constituyen sólo una parte de los materiales que nos rodean; sin embargo, existe una porción de la materia que no es posible integrar en el grupo de las mezclas: las **sustancias puras**; se les denomina puras; porque tienen una composición química constante y propiedades físicas definidas (densidad, viscosidad, dureza, y puntos de ebullición y fusión) que no pueden alterarse. Todas las sustancias puras tienen un aspecto homogéneo y pueden confundirse con algunas mezclas homogéneas. Sin embargo, la diferencia entre ambas es que las mezclas se componen, al menos, de dos sustancias que varían su proporción y separarse por medio de métodos físicos, mientras que una sustancia pura se caracteriza por tener una composición definida.

### Te recomendamos

Leer la información y hacer los ejercicios acerca de sustancias y mezclas, disponible en <http://edutics.mx/JnZ> (Consulta: 17 de junio de 2016).

Los químicos se han dado a la tarea de separar sustancias presentes en muchas mezclas que se encuentran en la Naturaleza y de crear otras nuevas. De hecho, entre las sustancias que ya existían y las que el ser humano ha creado, se tienen registradas más de 70 millones.

Las sustancias puras se clasifican en compuestos y elementos. Los **compuestos** son sustancias que pueden descomponerse en otras sustancias más sencillas denominadas elementos. Para descomponer un compuesto se debe llevar a cabo una transformación química (proceso químico). Por ejemplo, el agua es un compuesto y el método químico que se usa para descomponerse en sus elementos se denomina **electrólisis** (figura 2.1). En este proceso es necesario usar electricidad para descomponer el agua en sus elementos: hidrógeno y oxígeno. El número de compuestos es mayor que el de los elementos; esto se debe a que a partir de unos cuantos elementos se obtienen un enorme número de compuestos.

Los **elementos** son sustancias que no pueden descomponerse en otras más sencillas y están formados por átomos del mismo tipo. Por ejemplo, el oxígeno (que fue clave en los experimentos de Lavoisier) es un elemento. De las más de 70 millones de sustancias, sólo alrededor de 100 son elementos y la información más importante de cada uno se encuentra resumida en la tabla periódica, que estudiaremos más adelante.



2.1 Descomposición electrolítica del agua.

## Desarrollo

### Efectúa el proceso de la electrólisis con sulfato de cobre.

La electrólisis es un proceso químico muy importante a nivel industrial para obtener algunos elementos que son apreciados por sus características. El proceso que llevarás a cabo se utiliza en la refinación del cobre, un elemento que se usa sobre todo para fabricar cables.

#### Material

Recipiente de vidrio de 250 mL, dos lápices, cúter o navaja, batería de 9 volts, cables con pinzas de cocodrilo (1 par), 200 mL de disolución de sulfato de cobre II (en agua) al 8% *m/v*, lija, lentes de seguridad y guantes.

#### Medidas de seguridad

Eviten el contacto directo en piel o la ingestión de la disolución de cobre. Manejen con precaución el cúter o la navaja. Usen lentes de seguridad y guantes en todo momento del experimento.

#### Procedimiento

##### Equipo

1. Con ayuda de la navaja saquen punta por los dos extremos a cada lápiz (dejando al descubierto, aproximadamente, 1 cm del grafito en cada extremo).
2. Viertan los 200 mL de la disolución de sulfato de cobre II en el recipiente de vidrio.
3. En el recipiente que contiene la disolución, monten el dispositivo que se muestra en la figura.
4. Mantengan conectado el circuito durante 10 minutos y desconecten los cables; saquen las puntas de los lápices y obsérvenlas para verificar si hubo algún cambio.



#### Análisis de resultados

5. Respondan en su cuaderno.
  - a) ¿Qué tipo de mezcla es la disolución de sulfato de cobre? ¿Cuál es el soluto y cuál el disolvente? ¿Qué harías para recuperar el sulfato de cobre, es decir, para separarlo del agua?
  - b) ¿Notaron algún cambio en el transcurso del experimento?, ¿algún cambio de color? ¿desprendimiento de gas? Describanlo.
  - c) Revisen las puntas de los lápices, ¿qué evidencia observan? ¿Qué sustancia se depositó en uno de los electrodos?
  - d) ¿Cómo es el cobre en comparación con el compuesto de partida, el sulfato de cobre II?
  - e) ¿Qué tipo de sustancia es el cobre?

##### Grupo

6. Revisen en grupo y con ayuda del maestro.

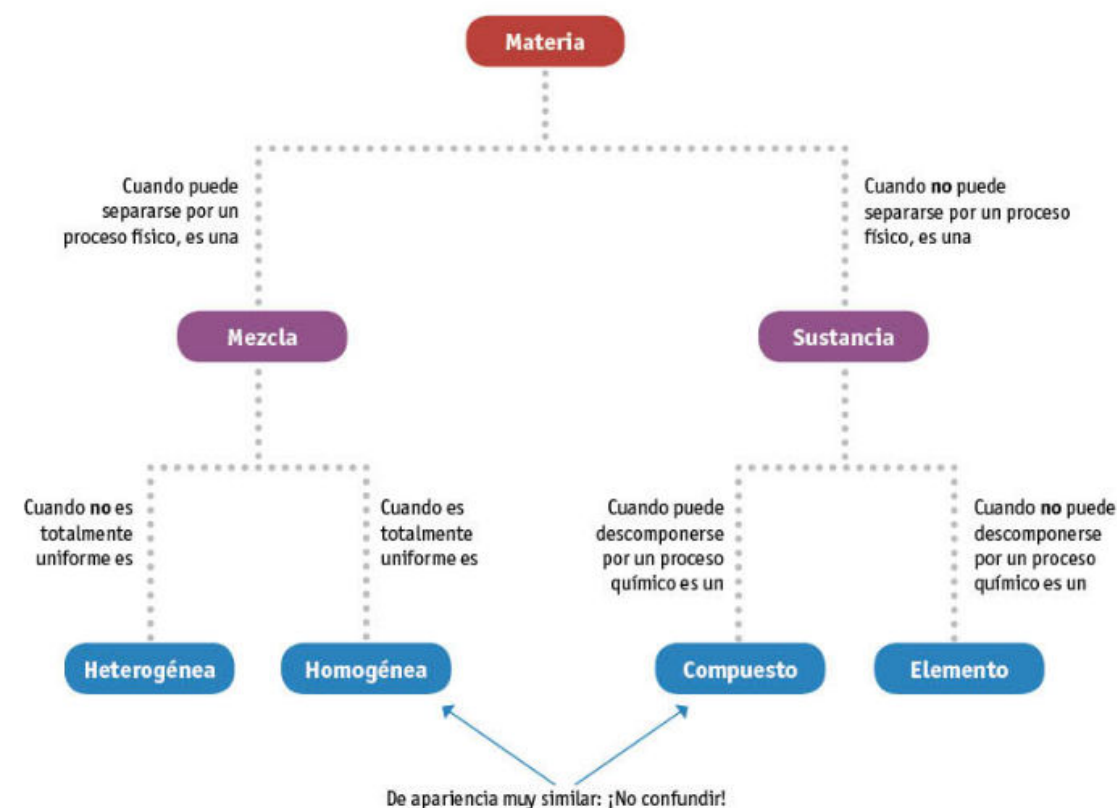
#### Manejo de residuos

No desechen la disolución de sulfato de cobre en el desagüe; colóquenlo en el recipiente que les proporcione su maestro.

Quizá después de la actividad anterior tengas duda de cómo distinguir y clasificar los materiales, por tanto, a continuación te proponemos algunas preguntas guía para resolverlo. Observa el material y analiza.

- ¿Qué aspecto tiene? Si la apariencia del material no es totalmente uniforme, entonces se trata de una mezcla heterogénea. De forma contraria, si el aspecto del material es uniforme, quizá se trate de una mezcla homogénea o de una sustancia pura.
- ¿Es posible separar los componentes por métodos físicos? Si los componentes pueden separarse mediante los métodos físicos que estudiaste antes, entonces se trata de una mezcla; en caso contrario es un compuesto.

Lo anterior se resume en este organizador gráfico.



En la vida cotidiana es muy importante conocer qué tipo de componentes conforman alguna muestra de interés; el análisis químico se emplea para identificar la composición de los materiales. Muchas personas hacen uso de las herramientas que proporciona esta rama de la Química, lo cual denota su trascendencia. Los médicos la utilizan como apoyo para diagnosticar a sus pacientes. Por su parte, los investigadores forenses usan el análisis químico para identificar los componentes de las muestras que aparecen en la escena de un crimen. Este tipo de análisis también permite conocer las sustancias contaminantes del agua, aire y suelo.

Investiga los componentes de las sustancias y clasificalos en mezclas, compuestos o elementos a partir de su composición.

Individual

1. Investiga los componentes de las siguientes sustancias: alcohol para curación, sal de mesa, aire, oro, agua, aceite y leche, refresco, bicarbonato de sodio, aluminio, tierra y agua, anticongelante.

2. Haz una tabla en la que clasifiques las sustancias anteriores. Nómbrala como "Tabla 2.2 Clasificación de materiales" y considera los siguientes aspectos:

- ¿Su apariencia es uniforme?
- ¿Cuántos componentes tiene?
- ¿Puede separarse por métodos físicos?
- ¿Cómo lo clasificarías?

Grupo

3. Compara tus respuestas con las de tus compañeros de grupo y después revísenlas con su maestro para verificar que sean las correctas.



2.2 Isaac Newton (1642-1727), físico y matemático inglés. Le gustaba dibujar en las paredes y en el techo de su habitación.



2.3 Ludwig Boltzmann (1844-1906), físico austriaco. Defendió con pasión la idea de los átomos, en una época en que los físicos no la aceptaban.

### La naturaleza corpuscular de las sustancias

Con la actividad anterior pudiste darte cuenta de que, para clasificar a los materiales en mezclas o sustancias puras, sólo fue necesario saber si hay uno o más componentes, y para distinguir si se trata de compuestos o elementos se necesita saber si pueden o no descomponerse en otras sustancias.

Como recordarás de tu curso de Ciencias 2, las sustancias no son una masa continua como aparentemente nos indican nuestros sentidos, sino que poseen un sinnúmero de pequeñísimas partículas moviéndose en el espacio vacío a grandes velocidades. La idea que describe cómo son las sustancias en pequeña escala (modelo cinético de la materia o corpuscular) requirió mucho tiempo para ser concebida tal como se conoce hoy. Varios científicos de distintas épocas, desde Isaac Newton (figura 2.2) hasta Ludwig Boltzmann (figura 2.3), contribuyeron en su elaboración.

En pocas palabras, el **modelo cinético molecular** de las sustancias postula que:

- El tamaño y la forma de las partículas son iguales en cualquiera de los tres estados de agregación de las sustancias: sólido, líquido y gaseoso, y están en continuo movimiento.
- Las partículas pueden moverse porque no hay nada entre ellas; es decir, el espacio que las separa está vacío.
- En los sólidos y líquidos el movimiento está muy limitado porque, a corta distancia, las partículas se atraen eléctricamente con gran intensidad.
- En los sólidos las partículas sólo están vibrando; no se mueven de lugar.

- En el caso de los líquidos, debido a la atracción entre partículas vecinas, al moverse una arrastra a las demás.
- La energía de movimiento (o energía cinética) depende de la temperatura. A mayor temperatura, mayor energía cinética y, por tanto, mayor velocidad.
- Dichas partículas son increíblemente pequeñas. No pueden verse a simple vista y ni siquiera es posible hacerlo con la ayuda de un microscopio.

La relación entre sustancia y partícula es similar a la que hay entre manada y búfalo. Es decir, sustancia se refiere al conjunto, mientras que partícula se refiere a un solo individuo. El agua que conocemos macroscópicamente no es otra cosa que muchas partículas juntas.

### Mezclas, compuestos y elementos a la luz del modelo corpuscular

Los químicos utilizan un sistema de símbolos y fórmulas para representar la composición de las sustancias. Los elementos se representan mediante los símbolos que aparecen en la tabla periódica y se relacionan con su nombre; por ejemplo, los símbolos del hidrógeno y del oxígeno son las letras mayúsculas, H y O, respectivamente; es decir, son las letras iniciales de sus nombres. Hay otros elementos para los cuales no es fácil encontrar relación entre su nombre y el símbolo que los representa; esto se debe a que se toman letras de sus nombres en latín, griego o inglés. Un ejemplo de esto es la plata, cuyo símbolo es Ag (figura 2.4).

En algunas ocasiones, para representar un elemento no es suficiente con escribir el símbolo; también es necesario agregar un subíndice que indica cuántos átomos idénticos tiene dicha sustancia en su forma natural.

En la tabla 2.3 se muestran los símbolos del neón, oxígeno, fósforo (figura 2.5) y azufre. Todos se encuentran en la naturaleza, pero debemos recalcar que para representar al neón basta con escribir el símbolo (Ne); en cambio, para representar al oxígeno se agrega un subíndice 2. Esto indica que dos átomos de oxígeno se unen para formar una molécula de oxígeno.

Dado que los compuestos están formados por combinaciones de diferentes elementos es posible representar un compuesto usando los símbolos de los elementos que lo componen. Entonces, después de cada símbolo químico se coloca un subíndice que indica cuántos átomos del elemento están presentes. Cuando se da el caso de que sólo un átomo de un elemento está formando al compuesto, el subíndice "1" no se indica. Por ejemplo, el agua se representa con la fórmula química  $H_2O$  y con ella se muestra que consta de tres átomos: dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno. Las fórmulas químicas indican la **composición atómica elemental** de las sustancias.

Si usáramos esta lógica para representar un cuerpo humano, su fórmula podría representarse de la siguiente forma:  $CTBr_2P_2$ , lo cual significaría que en general los cuerpos humanos consisten en una cabeza (C), un tronco (T), dos brazos (Br) y dos piernas (P). Si te fijas, las piernas, el tronco y demás partes del cuerpo no son independientes, es decir, no están separados, sino que forman parte de un todo. En el caso del agua, el oxígeno y los hidrógenos tampoco se encuentran sueltos, forman parte de la molécula de agua.

En la tabla 2.4 se muestran ejemplos de las fórmulas químicas utilizadas para indicar algunos compuestos.



2.4 El símbolo de la plata proviene de su nombre en latín, *argentum*.

Tabla 2.3 Ejemplos de algunas sustancias

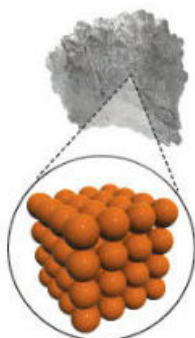
Representación	Nombre
Ne	Neón
O <sub>2</sub>	Oxígeno
P <sub>4</sub>	Fósforo
S <sub>8</sub>	Azufre



2.5 El fósforo blanco se usa en la elaboración de veneno para ratas, insecticidas y en la industria pirotécnica.

Tabla 2.4 Ejemplos de algunos compuestos

Fórmula química	Nombre
H <sub>2</sub> O	Agua
NaCl	Cloruro de sodio
C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	Benceno
C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> O	Etanol



2.6 Hierro (Fe) en su forma macroscópica y la representación con el modelo corpuscular a nivel nanoscópico.

Con base en el modelo corpuscular podemos representar a los elementos y los compuestos, atendiendo las características que definen a cada una de estas sustancias. Es decir, cuando se requiere representar la composición microscópica de un elemento químico como el hierro (figura 2.6), es necesario emplear dibujos de partículas, idénticas en tamaño y color. Cada partícula representaría un átomo de hierro, lo que concuerda con la definición de elemento (constituidos por átomos idénticos).

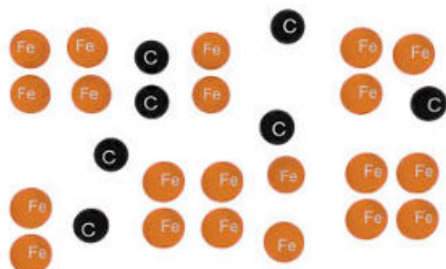
En cambio, para representar un compuesto por medio del modelo corpuscular es necesario tener en cuenta su composición, es decir, el número de elementos que lo forman. Al retomar lo que ya se estudió, los átomos de un mismo elemento se representan con esferas idénticas y cada elemento se representa con un color distinto. En la figura 2.7 se muestra la representación del dióxido de carbono, un gas que se encuentra en el aire. La fórmula química de este compuesto es  $\text{CO}_2$  e indica que está formado por un átomo de carbono (esferas de color negro) y dos de oxígeno (esferas de color rojo). Estos elementos se unen y constituyen una molécula de dióxido de carbono. Cabe mencionar que las moléculas de un mismo compuesto son idénticas. Esta característica debe considerarse al momento de hacer la representación gráfica, como se observa en el caso del  $\text{CO}_2$ .



2.7 Representación del dióxido de carbono de base en el modelo corpuscular.

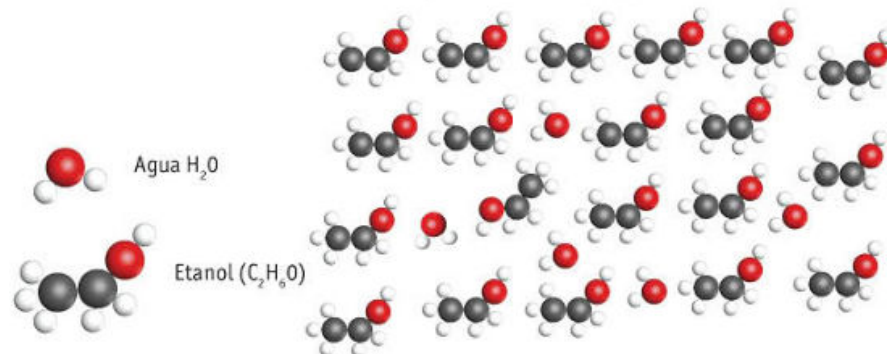
Una vez que se conoce la forma en que se representan las sustancias (compuestos y elementos) con base en modelo corpuscular es más fácil representar una mezcla con este mismo modelo. Deben indicarse todos los componentes de la mezcla y considerar la proporción de sus componentes, es decir, su concentración, como se muestra en el dibujo del acero, que es una mezcla sólida de carbono y de hierro (figura 2.8). Las propiedades del acero se modulan al variar la concentración de carbono en el hierro; por ejemplo, para fabricar algunas partes de automóviles se utiliza acero con 0.25% de carbono.

El acero es el ejemplo de una mezcla homogénea. Recordarás que a este tipo de mezclas se les denomina también disoluciones, y que sus componentes pueden separarse al usar el método físico adecuado. En el acero, los componentes de la disolución los constituyen el carbono, que representa el soluto, y el hierro como disolvente.



2.8 Modelo corpuscular del acero.

Otra disolución importante es el alcohol desinfectante, formado por agua y alcohol, en determinadas proporciones. Esta mezcla también puede representarse con el modelo corpuscular, como se muestra en la figura 2.9. Imagina que puedes efectuar una destilación del alcohol desinfectante para obtener sus componentes por separado, es decir, los compuestos puros: agua y etanol.



2.9 Representación del alcohol desinfectante con base en el modelo corpuscular. A la derecha se representan las moléculas de los compuestos que forman esta mezcla.

Cierre

No olvides que los elementos y compuestos son sustancias puras que tienen una composición química definida y propiedades características; es decir, un elemento siempre tendrá el mismo punto de fusión. En cambio, en las mezclas como el acero, al variar la concentración variarán sus propiedades, como la temperatura de fusión.

Representa e identifica mezclas, compuestos y elementos con base en el modelo corpuscular.

Individual

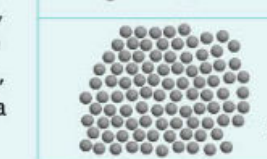
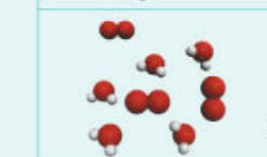
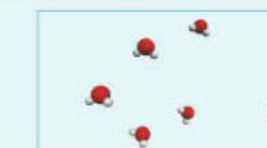
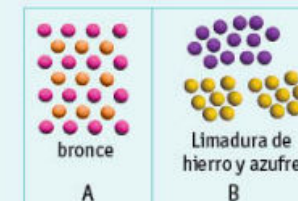
1. Dibuja en tu cuaderno la disposición de las moléculas de agua en los tres estados de agregación usando el modelo corpuscular. Para ello considera que la fórmula química del agua es  $\text{H}_2\text{O}$ ; usa el siguiente código: H ( ) y O ( ).

- ¿Cómo se clasifica el agua si se ha representado sólo con partículas de fórmula  $\text{H}_2\text{O}$ ?
- ¿Qué tipo de proceso se tendría que llevar a cabo para descomponer el agua?
- ¿Qué sustancias se obtendrían y cómo se representarían corpuscularmente?
- Investiga tres aplicaciones industriales de la electrólisis.

2. Observa las imágenes A y B y responde.

- ¿Cómo se distribuyen las partículas de cobre en el estaño para formar bronce? ¿La distribución es uniforme o desigual? ¿Qué tipo de mezcla es el bronce?
- ¿Qué componente del bronce representa al soluto?
- Investiga qué usos tiene el bronce en la vida cotidiana.
- ¿Qué tipo de mezcla forma la limadura de hierro y el azufre? Justifica tu respuesta con base en la imagen.
- ¿Qué método físico utilizarías para separar el hierro del azufre? ¿En qué propiedad física se basa ese método?

Mezcla	Representación de los componentes de cada mezcla	
Bronce	Estaño ( )	Cobre ( )
Limadura de hierro y azufre	Hierro ( )	Azufre ( )



3. Observa las imágenes C, D y E, y clasifícalas en mezcla, compuesto y elemento.

- El aire es una sustancia cuya composición química es aproximadamente 78% de moléculas de nitrógeno ( $\text{N}_2$ ), 21% de moléculas de oxígeno ( $\text{O}_2$ ) y 1% de gases como argón, vapor de agua y dióxido de carbono, entre otros. Representalo mediante el modelo corpuscular.
- Con base en el modelo corpuscular representa: plata ( $\text{Ag}$ ), metano ( $\text{CH}_4$ ), amoníaco ( $\text{NH}_3$ ), dióxido de azufre ( $\text{SO}_2$ ) y cloro ( $\text{Cl}_2$ ). Utiliza el siguiente código de colores: Ag (rosa), H (blanco), C (negro), N (azul rey), O (rojo), Cl (verde claro) y S (amarillo). Considera esta representación y la fórmula y después clasifica los materiales.

PRACTICA

- De las siguientes sustancias, ¿cuáles son ejemplos de elementos?
  - Óxido de calcio, plata, cloruro de sodio y bromo.
  - Ácido clorhídrico y arsénico.
  - Cinc, cobre, níquel y cobalto.
  - Sulfato de cobre, galio y silicio.

P

## Inicio



2.10 A Niels Bohr (1885-1962), físico danés, le gustaba jugar fútbol y era amigo de Rutherford, porque compartían muchas de sus ideas.

## Estructura de los materiales

En la secuencia anterior estudiaste que los elementos están formados por átomos idénticos e incluso aprendiste a representarlos como partículas o esferas usando el modelo corpuscular. Un átomo es la partícula más pequeña que constituye un elemento y conserva las mismas características. Además, en tu curso de Ciencias 2 revisaste que, a lo largo de la historia, los científicos se han dado a la tarea de describir la estructura de los átomos mediante el planteamiento de modelos. También estudiaste que estos modelos deben ser congruentes con la realidad, es decir, con las observaciones experimentales y las propiedades que posee el objeto de estudio, en este caso, el átomo. Sin embargo, cuando un modelo no puede explicar la realidad, es necesario modificarlo o sustituirlo por otro que sí lo haga. En esta secuencia, identificarás los componentes del modelo que propuso Niels Bohr (figura 2.10) para el átomo más simple de todos: el hidrógeno.

Representa el interior de un átomo, compara esa representación con los modelos atómicos que estudiaste en Ciencias 2 e identifica las características que comparten con tu modelo.

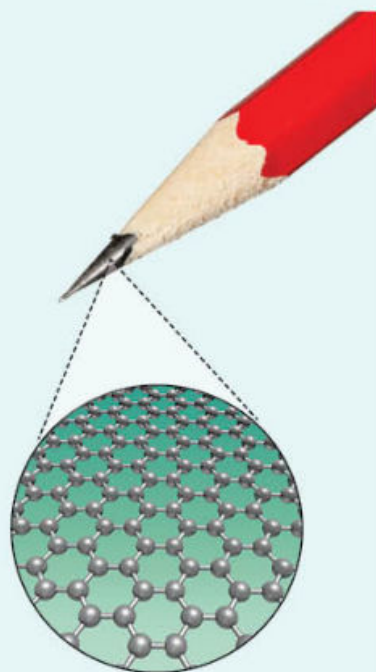
El grafito está formado únicamente por átomos de carbono. La imagen muestra la representación del grafito con base en el modelo corpuscular. Imagina que puedes tomar una partícula de grafito, es decir, un átomo de carbono, para estudiar su estructura interna.

## Individual

1. Dibuja en tu cuaderno la estructura interna que posee el átomo de carbono.
2. Representa los modelos atómicos más importantes (Dalton, Thomson y Rutherford) que antecedieron al modelo propuesto por Bohr y describe las características principales de cada uno.
3. Responde.
  - a) ¿Qué utilidad tiene el grafito en la vida cotidiana? ¿En qué estado de agregación se encuentra en la naturaleza?
  - b) Compara el dibujo del modelo atómico que propusiste con los modelos que revisaste en Ciencias 2.
    - Escribe el nombre de los componentes en el modelo que dibujaste de la estructura interna del átomo de carbono.
    - ¿En qué parte del átomo de carbono se localiza cada componente?
    - ¿Qué modelo, de los que revisaste con anterioridad, se asemeja más al que dibujaste? Explica tu respuesta.

## Pareja

4. Comparte tus respuestas con un compañero y después a todo el grupo.

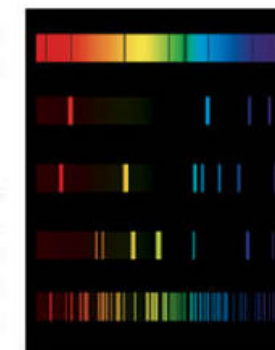


## Desarrollo

El carbono es un elemento muy importante porque, además de formar grafito, está presente en una gran variedad de compuestos. Un ejemplo representativo es el metano, un gas que se produce por la descomposición de materia viva. La fórmula química del metano es  $\text{CH}_4$ . ¿Cuál es la composición elemental del metano? ¿Piensas que es posible usar los modelos atómicos para explicar la formación de un compuesto como el metano? Explica tu respuesta.

## Los espectros atómicos

Al ir caminando por la calle quizá te has fijado en los colores de los letreros luminosos que algunos comercios tienen para anunciarse; muchos de esos colores brillantes se obtienen al aplicar energía mediante una descarga eléctrica de alto voltaje a gases como el neón, el argón y el helio, que son capaces de emitir luz de color azul, rojo y anaranjado, respectivamente. Estos gases son componentes del aire y se encuentran en muy baja proporción.



2.11 Un espectro discontinuo se forma con la luz que emiten los átomos.

El patrón de luz electromagnética emitida por una sustancia que ha sido previamente cargado con algún tipo de energía (calentamiento, electricidad, entre otros) recibe el nombre de espectro (figura 2.11). Si la luz emitida se localiza dentro del intervalo que puede percibir el ojo humano, se dice que se trata de un color. Cada elemento posee un espectro diferente al de los demás elementos. Por esta razón, los espectros atómicos son como las "huellas digitales" de los elementos y se usan para conocer la composición de cuerpos estelares tan distantes como estrellas y galaxias.

## Interdisciplina

Consulta en tu libro de Ciencias 2, Física, lo referente a las manifestaciones de la estructura interna de la materia y la explicación de los modelos atómicos.

No es una exageración afirmar que esta luz proviene directamente del interior de los átomos. De aquí surge una pregunta que inquietó, durante muchos años, a los científicos de finales del siglo xx: ¿qué estructura tienen los átomos de los diferentes elementos que permiten la emisión de un patrón de colores distinto para cada uno?

Observa que las sustancias, en ciertas condiciones, son capaces de emitir luz de distintos colores.

Seguramente has presenciado espectáculos de juegos pirotécnicos en alguna festividad y has observado cómo estallan en el cielo para dar paso a una gran variedad de luces de colores. Cuando un compuesto que contiene metales se calienta hasta alcanzar altas temperaturas, es posible observar la emisión de luz de diversos colores. Este tipo de compuestos son los responsables del color de los juegos pirotécnicos.

## Material

4 vidrios de reloj, 4 hisopos, vaso de precipitados de 50 mL, mechero Bunsen, 0.5 g de sales (cloruro de cobre II, cloruro de litio, cloruro de sodio, cloruro de potasio) y 5 mL de alcohol etílico.

## Medidas de seguridad

Para evitar quemaduras tengan cuidado al utilizar el mechero. Manejen con precaución el alcohol etílico porque es una sustancia inflamable.

## Procedimiento

## Equipo

1. Coloquen en cada vidrio de reloj una sal distinta y en el vaso de precipitados viertan los 5 mL de alcohol.
2. Enciendan el mechero y, si es posible, disminuyan la iluminación en el laboratorio.
3. Tomen un hisopo y mójenlo en el alcohol; después cúbralo con alguna de las sales que están en el vidrio de reloj.
4. Acerquen el hisopo con las sales a la flama del mechero, observen y registren sus observaciones.
5. Repitan la misma operación con otro hisopo y otra sustancia.
6. Elaboren una tabla como la 2.6, donde indiquen el color observado al quemar cada una de las sales.

Tabla 2.6 Registro del experimento

Sustancia	Fórmula química	Observaciones
Cloruro de cobre II	$\text{CuCl}_2$	
Cloruro de litio	$\text{LiCl}$	
Cloruro de sodio	$\text{NaCl}$	
Cloruro de potasio	$\text{KCl}$	

## Análisis de resultados

7. Respondan.
  - a) ¿Cuál es la composición de cada compuesto?
  - b) De acuerdo con la composición de las sales, ¿qué elemento tienen en común?, ¿qué elementos son diferentes?
  - c) ¿Qué elementos de los compuestos estudiados son los responsables de que observen luz de distintos colores? Justifica tu respuesta.
  - d) ¿Piensan que la estructura interna de los átomos responsables del color es importante para explicar el fenómeno de emisión de luz? Expliquen su respuesta.
  - e) Si una mezcla de sustancias se quema y se observa una coloración verde y roja, ¿qué podrían concluir?

## Manejo de residuos

Coloquen los desechos generados (hisopos quemados) en el contenedor que su maestro les proporcionará.

## Te recomendamos

Mirar los espectros de luz de algunos elementos, disponibles en <http://edutics.mx/3no>, y la explicación de los colores que generan los elementos al acercarlos a la llama en <http://edutics.mx/4qx> (Consultadas: 17 de junio de 2016).

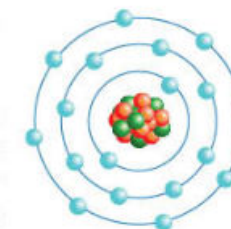
## Modelo atómico de Bohr

En 1913, Niels Bohr propuso un modelo atómico capaz de explicar, de manera adecuada, los espectros de la luz emitida por los átomos, en especial el espectro de emisión del hidrógeno. Bohr presentó un modelo planetario: en el núcleo había partículas positivas llamadas **protones** y girando alrededor del núcleo se ubicaban los **electrones** con carga negativa.

En cuanto a los electrones, describió que no se encuentran arbitrariamente a cualquier distancia del núcleo, sino que sólo giran en forma estable en algunas órbitas permitidas; por lo que es imposible que un electrón permanezca en algún punto intermedio entre dos órbitas.

Imagina que bajas por los peldaños de una escalera; puedes permanecer en cualquier escalón, pero nunca en una posición intermedia entre uno y otro (figura 2.12).

Cada órbita posee determinada energía y entre más cerca se encuentran del núcleo, menos energía tienen. Según este modelo, todos los átomos poseen un número infinito de órbitas permitidas. De todas ellas, sólo se ocupan las de energía más baja, en tanto que las demás permanecen vacías. Como ejemplo, imagina un edificio donde únicamente el departamento de la planta baja está ocupado y el resto, aunque existen, está vacío.



2.12 Modelo atómico de Bohr.

Para que un electrón que se localiza en una determinada órbita pueda acceder a otra de mayor energía, es decir, a mayor distancia del núcleo, sólo hay una manera: el electrón debe absorber una cantidad fija de energía, la necesaria para llegar a una órbita permitida. Cuando los electrones regresan a la órbita de partida, liberan el exceso de energía, emitiendo luz y dando lugar a los espectros atómicos. La energía absorbida proviene de diferentes fuentes: descarga eléctrica de alto voltaje, como en el caso de los gases (neón, argón y helio), o calentamiento térmico al quemar las sustancias como lo hiciste en la actividad anterior.

Después de este modelo se han propuesto otros más; no obstante, hasta la fecha las siguientes condiciones aún se cumplen para todas las partículas químicas.

- Que la absorción y la emisión de energía de los materiales se lleva a cabo, no de manera continua, sino en cantidades fijas de energía.
- Que la forma en que se organizan los electrones en este modelo, permite comprender las propiedades de los elementos químicos.

## Partículas subatómicas

En 1932, James Chadwick (figura 2.13) descubrió la presencia de partículas neutras en el núcleo. Estas partículas se conocen como **neutrones** y tienen una masa similar a la que poseen los protones.

Por tanto, en el átomo hay tres clases de partículas: los electrones, los protones y los neutrones; las tres están presentes en todos los átomos. La masa de un **protón** es aproximadamente igual a la masa de un **neutrón** y unas dos mil veces mayor que la masa de un **electrón**. Los electrones y los protones están cargados eléctricamente, mientras que el neutrón no tiene carga eléctrica.

Los átomos se diferencian por el número de protones que poseen. Los átomos son eléctricamente neutros; es decir, su carga eléctrica total es igual a cero. Esto se debe a que el número de electrones es igual al número de protones y, por consiguiente, las cargas positivas de los protones se contrarrestan con las negativas de los electrones. Un elemento es una sustancia que se compone de átomos que tienen el mismo número de protones en el núcleo.

El **número atómico** es la cantidad de protones que tiene un átomo, se representa con la letra  $Z$  y es la característica que diferencia a un elemento de otro. La **masa de un átomo** es aproximadamente igual a la suma de las masas de los protones y neutrones que se encuentran dentro del núcleo.

Se denomina **número de masa** al que resulta de sumar el número de protones y neutrones que hay en el núcleo atómico. Se usa la letra  $A$  para representarlo. El número de neutrones se

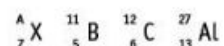


2.13 James Chadwick (1891–1974), físico inglés, supo que había encontrado una partícula neutra, pero quería medir alguna de sus propiedades antes de anunciarlo, así que consultó a Ernest Rutherford, quien le dijo: “¿Me preguntas cómo encontrar a un hombre invisible en un lugar lleno de gente? Muy fácil, ayúdate de las personas con las que choca y de sus gestos cuando los empuja”.

representa con la letra  $n$ . Esto significa que  $A = Z + n$ . Dado que el número atómico es diferente para los átomos de cada elemento, y el número de masa depende del número  $Z$ , entonces, el número de masa también será característico para átomos de cada elemento con el mismo número de protones.

En general, esta información puede consultarse en la tabla periódica; ahí encontrarás el símbolo químico del elemento, número de masa,  $A$ , arriba a la izquierda (como superíndice), y el número atómico,  $Z$ , abajo a la izquierda (como subíndice).

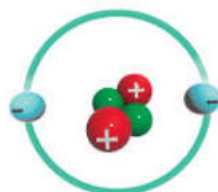
Veamos algunos ejemplos:



De acuerdo con las representaciones anteriores, en el núcleo de un átomo de boro (B) hay cinco protones y seis neutrones, por lo que su número de masa  $A$  es igual a 11. El núcleo del átomo de carbono (C) tiene seis protones y seis neutrones y, por tanto, su número de masa  $A$  es 12. En el caso del núcleo del átomo de aluminio, el número de masa  $A$  es 27 y el número atómico es 13, lo que indica que hay 14 neutrones en el núcleo.

### Electrones de valencia

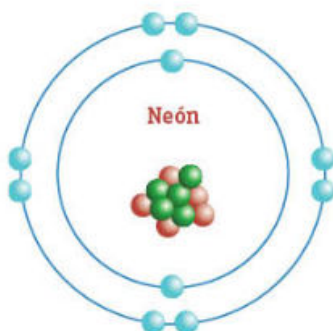
El átomo de hidrógeno es el más simple: tiene un protón en el núcleo y un electrón girando en la órbita permitida más cercana al núcleo. Los átomos de los demás elementos contienen más de un protón, y por consiguiente más de un electrón. ¿Cómo se organizan los electrones de los átomos en las diferentes órbitas?



2.14 Modelo de Bohr para el átomo de helio (He).

Si bien el modelo de Bohr es comparado con el modelo planetario donde se asigna una órbita por planeta, en el modelo atómico de Bohr más de un electrón puede compartir la misma órbita. A estas órbitas se les conoce también como **capas**. La primera, segunda y tercera órbitas pueden alojar dos, ocho y 18 electrones, respectivamente, y se acomodan de tal manera que ocupan las órbitas de menor energía, es decir, las más cercanas al núcleo, siempre que se respete la capacidad de alojar electrones en cada órbita.

Un ejemplo representativo es la distribución de electrones del átomo de helio (He) (figura 2.14). Este átomo tiene un número atómico de 2, lo que indica que cuenta con dos electrones. Los dos electrones se localizan en la primera órbita, la más cercana al núcleo y dado que la primera órbita sólo puede alojar dos electrones, se dice que está llena.



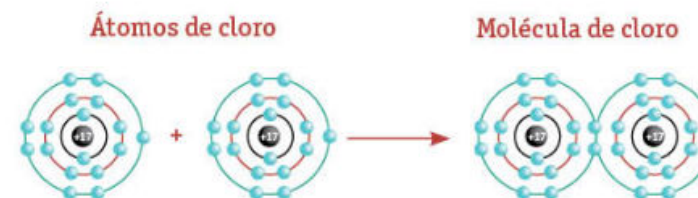
2.15 Modelo de Bohr para el átomo de neón (Ne).

En cambio, en el modelo atómico de Bohr para el átomo de neón (Ne) cuyo número atómico es 10, los electrones se distribuyen así: dos electrones en la primera órbita y ocho electrones en la segunda (figura 2.15).

Los electrones de las órbitas más cercanas al núcleo están fuertemente atraídos por éste. En cambio, la atracción disminuye en los electrones de la última órbita, puesto que se encuentran a mayor distancia del núcleo. A los electrones de un átomo que están en la última órbita se les conoce como **electrones de valencia** y son muy importantes porque están directamente involucrados en los cambios químicos. Los electrones de valencia de cada elemento se obtienen al analizar la tabla periódica de los elementos.

En los cambios químicos es importante la ganancia o la pérdida de electrones en la última órbita, con la finalidad de conseguir el llenado total de la misma. De todos los elementos de la tabla periódica únicamente los denominados gases nobles —helio (He), neón (Ne), argón (Ar), kriptón (Kr), xenón (Xe) y radón (Rn)— tienen átomos con la capa de valencia totalmente llena. Ello concuerda con la estabilidad de este tipo de elementos, es decir, con el hecho de que rara vez participan en un cambio químico para la formación de un compuesto. El resto de los elementos de la tabla periódica participan en procesos químicos con otros elementos, lo cual se explica por la necesidad de que sus átomos consigan tener una capa de valencia llena al perder, ganar o compartir electrones.

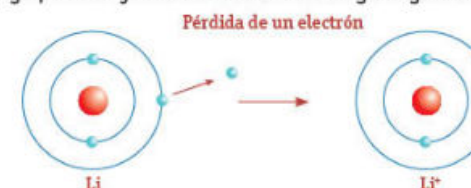
Por ejemplo, no es posible obtener en la naturaleza átomos de cloro de manera individual por mucho tiempo, pero es posible hallar el cloro como una molécula formada por dos átomos del mismo elemento. Este hecho puede explicarse mediante el modelo de Bohr. El átomo de cloro tiene un número atómico  $Z = 17$ , es decir, contiene 17 protones en el núcleo y 17 electrones. Sus electrones se acomodan de la siguiente forma: dos electrones en la primera órbita, ocho en la segunda y siete en la tercera y última órbitas. En la figura 2.16 se muestra la formación de una molécula de cloro; observa que en la capa de valencia de un átomo de cloro se dispone únicamente de siete electrones. Para que el átomo de cloro pueda obtener una capa de valencia llena, le hace falta un electrón, que es provisto por el otro átomo de cloro para dar lugar a la formación de la molécula de cloro ( $Cl_2$ ). En esta molécula (figura 2.16) los dos átomos presentan una capa de valencia llena al unirse, es decir, obtienen ocho electrones.



2.16 Molécula de cloro.

En el ejemplo anterior los átomos de cloro comparten dos electrones para formar una molécula. Por otro lado es posible usar este modelo para explicar cuando un átomo pierde o gana electrones para formar una especie iónica.

Un **ión** se caracteriza por tener una carga positiva o negativa. Un átomo de litio (Li) tiene tres protones y tres electrones. Los electrones se organizan así: dos en la primera órbita y uno en la segunda. Cuando un átomo de litio interactúa con otro átomo, como el del cloro, es común que pierda el electrón de la última órbita, es decir, el único electrón de valencia que posee y origina la formación de un ión con carga neta de  $1+$ . El ión formado tiene tres protones con carga positiva y dos electrones con carga negativa (figura 2.17).



2.17 Pérdida del electrón de valencia del átomo de Li para formar el ión  $Li^+$ .

Es necesario resaltar que, al perder un electrón, el ión  $Li^+$  adquiere el mismo número de electrones del átomo de helio (dos en la primera órbita).



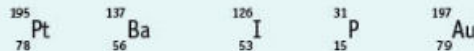
Cierre

Identifica los electrones, protones y neutrones de un átomo en el modelo de Bohr y reconoce los electrones de valencia.

- Individual** 1. Representa el átomo de carbono mediante el modelo de Bohr (considera el número de masa) y, a continuación, responde.

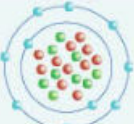


- ¿Cuáles son las partículas del interior del átomo de carbono?
  - ¿Qué características tiene cada partícula y cuál es su ubicación?
  - Compara esta representación con la que aparece en la actividad de inicio (página 90), y describe las diferencias y similitudes entre ambas. ¿Tienen las mismas partículas?, ¿las ubicaste en el mismo sitio?
  - ¿Cuántos electrones tiene el átomo de carbono? ¿Cuántos son electrones de valencia?, ¿cómo distingues estos últimos?
  - ¿Qué importancia tienen los electrones de valencia del átomo de carbono en la formación de una molécula de metano (CH<sub>4</sub>)? ¿Cuántos electrones de valencia tiene el hidrógeno? Explica tu respuesta.
2. Cuántos protones y neutrones poseen los siguientes átomos: platino (Pt), bario (Ba), yodo (I), fósforo (P) y oro (Au). Considera el número de masa (A) y el número atómico (Z) que se muestran a continuación.



3. Interpreta los modelos atómicos de cada elemento y completa la tabla 2.7.

Representación	Z	A	Número de electrones	Número de electrones de valencia
 Berilio				
 Carbono				
 Nitrógeno				

Representación	Z	A	Número de electrones	Número de electrones de valencia
	12	24		2
		22	11	
		26	13	
	5	10		
	14	28		
 Neón				

- Grupo** 4. Revisa las respuestas en grupo y verifícalas con ayuda del maestro.

**PRACTICA**

- De la siguiente lista elige la opción que indique, de manera correcta, el sitio en el que se encuentra la partícula subatómica que se menciona.
  - El electrón se encuentra en el núcleo.
  - El neutrón está en los orbitales.
  - El protón se encuentra en los orbitales.
  - El neutrón está en el núcleo.
- ¿Cuál es el número de protones, neutrones y electrones del átomo de potasio (K) con número atómico 19 y número de masa 39?
  - Protones 19, neutrones 20, electrones 19.
  - Protones 20, neutrones 19, electrones 19.
  - Protones 20, neutrones 19, electrones 20.
  - Protones 20, neutrones 19, electrones 19.

## Inicio

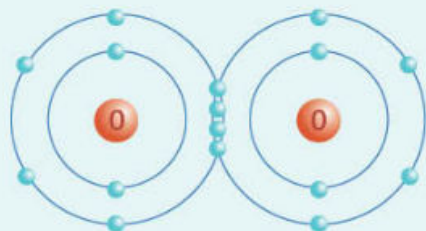
## Enlace químico

En la secuencia anterior revisaste el modelo atómico de Bohr, representaste las partículas internas de diferentes átomos e identificaste los electrones de valencia. Ahora veremos que existe una forma abreviada para representar este tipo de partículas químicas usando el modelo de Lewis. Este modelo te ayudará a comprender que la existencia de los compuestos presentes en nuestro entorno se explica por la formación de enlaces químicos entre los diferentes elementos. Un **enlace químico** es la unión de dos átomos mediante fuerzas de atracción que se originan al compartir electrones o por la transferencia de éstos entre dichos átomos.

Representa algunas moléculas usando el modelo de Bohr.

## Equipo

1. Observen la imagen que representa a la molécula de oxígeno según el modelo de Bohr y reproducíenlo. Pueden usar plastilina, gomitas de dulce o esferas de unicel de diferentes colores para simular los electrones, protones y neutrones, y utilizar alambre para representar las órbitas.



2. Ahora construyan un modelo de Bohr que represente la molécula de nitrógeno ( $N_2$ ). El nitrógeno tiene un número atómico  $Z = 7$  (consulten la actividad de la página 96).
3. Respondan.
  - a) ¿Cuál es el número atómico del átomo de oxígeno? ¿Cuántos electrones son de valencia?
  - b) Consideren la molécula de oxígeno.
    - ¿Cuántos electrones son "compartidos", es decir, cuántos ocupan simultáneamente la capa de valencia de los dos átomos de oxígeno?
    - ¿Cuál consideran que sea la importancia de los electrones compartidos? Expliquen su respuesta.
    - ¿Cuántos electrones de valencia posee cada átomo de oxígeno? Al hacer el conteo es necesario considerar, los electrones compartidos de cada átomo.
    - Uno de los componentes más importantes del aire es el oxígeno. ¿Piensan que éste se encuentra en forma de átomos aislados o como un conjunto de moléculas similares al modelo? Expliquen su respuesta.
  - c) ¿Cuántos electrones tiene el átomo de nitrógeno? ¿Cuántos son de valencia?
  - d) Consideren la molécula de nitrógeno.
    - ¿Cuántos electrones son "compartidos"?
    - ¿Cuántos electrones de valencia posee cada átomo de nitrógeno? Al hacer el conteo es necesario considerar los electrones compartidos de cada átomo.
    - El nitrógeno es el principal componente del aire. ¿Se encuentra en forma de átomos aislados o como moléculas? Expliquen su respuesta.

4. Dibujen la representación del modelo de Bohr que propondrían para la molécula de agua ( $H_2O$ ). Para responder consideren los datos de cada elemento hidrógeno (H),  $Z = 1$  y oxígeno (O),  $Z = 8$ .
  - a) En la molécula de agua, ¿cuántos electrones de valencia posee cada átomo? ¿Qué átomos de la molécula comparten electrones?
5. Comparen sus resultados con los de otros equipos y verifiquenlos con su maestro.

## Grupo

## Estructura de Lewis

Los electrones de valencia de un átomo pueden interactuar con otro átomo debido a que son los que se encuentran más alejados del núcleo. De acuerdo con lo anterior, un enlace químico se forma cuando un átomo transfiere sus electrones de valencia a otro, estableciendo un enlace entre iones. Por otro lado también es posible formar un enlace químico cuando dos átomos comparten electrones de valencia, como ocurre en la molécula de cloro que revisaste (véase figura 2.16, página 95). Otro ejemplo de enlace se presenta en la molécula del oxígeno (véase en la actividad anterior), donde algunos electrones de valencia de cada átomo se encuentran de manera simultánea en las órbitas de los dos átomos. Los átomos participan en enlaces químicos para completar sus capas de valencia, como sucede con los gases nobles, pero la importancia central de los enlaces químicos es que permiten la formación de nuevas sustancias (figura 2.18).

A principios del siglo pasado, el estadounidense Gilbert N. Lewis (figura 2.19) propuso un modelo que permitió representar, de manera abreviada, los electrones de valencia de un átomo. El modelo tomó el nombre de su creador, aunque también se conoce como estructura o diagrama de puntos de Lewis. Para dibujar la estructura de Lewis de un átomo de cualquier elemento específico se usa el símbolo del elemento, el cual representa el núcleo y los electrones internos. Después se dibujan puntos alrededor del símbolo, que representan a los electrones de valencia y deben ubicarse arriba, abajo y a los lados.

El símbolo Cl representa al núcleo del elemento cloro más los 10 electrones internos, mientras que los siete puntos representan a los siete electrones de valencia.  $\cdot\ddot{\text{Cl}}\cdot$

Para conocer el número de electrones de valencia de un elemento sigue las instrucciones:

- Consulta la tabla periódica de los elementos de la página 123.
- Ubica en cuál de las 18 columnas se encuentra el elemento.
- Si está en las primeras dos columnas, el número de electrones de valencia coincide con el número de columna. Por ejemplo, el calcio (Ca) se encuentra en la segunda columna, por tanto, tiene 2 electrones de valencia.
- Si está entre las columnas 13 y 18, el número de electrones de valencia es el número de columna menos 10. Por ejemplo, el oxígeno (O) se encuentra en la columna 16, así que el número de electrones de valencia es  $16 - 10 = 6$ . De hecho, todos los elementos de la columna 16 tienen 6 electrones de valencia.

De acuerdo con el procedimiento anterior, los elementos de cada columna de la tabla periódica (1, 2, 13, 14, 15, 16, 17 y 18) tendrán el mismo diagrama de puntos debido a que poseen el mismo número de electrones de valencia.

## Desarrollo



2.18 El oxígeno es un elemento químico molecular; cada una de sus partículas tiene dos átomos de oxígeno unidos por un enlace químico. Es el segundo gas más abundante en el aire y es producido por las plantas.



2.19 Gilbert N. Lewis (1875-1946), físico estadounidense, participó en la Primera Guerra Mundial y fue designado jefe de la división para la defensa del servicio químico en la guerra.

Determina el número de electrones de valencia de algunos elementos y representa sus estructuras de Lewis.

Individual 1. Completa la tabla 2.8 con lo que se solicita.

	Aluminio	Argón	Azufre	Carbono	Fósforo	Bromo	Magnesio
Electrones de valencia							
Estructura de Lewis							

Grupo 2. Compara tus resultados con los de tus compañeros y válidalos con tu maestro.



2.20 El catión del calcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ) juega un papel muy importante en la salud de las personas, porque participa en la construcción de los huesos en edades tempranas y ayuda a mantenerlos sanos y fuertes a lo largo de la vida.

### Representación de iones

Recuerda que un ión es una entidad química cargada eléctricamente. Los iones con carga positiva se llaman **cationes** y los iones con carga negativa, **aniones**, también recuerda que los átomos pueden formar iones cuando tienen un mayor o menor número de electrones que de protones y viceversa. Este tipo de iones puede representarse mediante las estructuras de Lewis con el símbolo del elemento correspondiente y a la derecha, como superíndice, se coloca la magnitud de la carga del ión acompañado de un signo positivo o negativo según corresponda. Se usa el signo (+) para los cationes (figura 2.20) y (-) para los aniones. En la tabla 2.9 se muestran las estructuras de Lewis de algunos iones y también de sus correspondientes átomos neutros.

Átomo eléctricamente neutro	$\text{Na} \cdot$	$:\ddot{\text{Cl}}:$	$\text{Ca}:$	$:\ddot{\text{O}}:$
Ión	$\text{Na}^+$	$:\ddot{\text{Cl}}^-$	$\text{Ca}^{2+}$	$:\ddot{\text{O}}^{2-}$

### Representación de moléculas

Las representaciones de Lewis son especialmente útiles para aquellas partículas donde hay unidos varios átomos. Su gran virtud es que nos permiten representar fácilmente el **enlace químico**, es decir, la manera se unen los elementos para formar compuestos y moléculas.

Las **moléculas** son aquellas entidades químicas formadas por la unión de varios átomos. Estos átomos pueden ser del mismo elemento, como en las moléculas de hidrógeno ( $\text{H}_2$ ) y cloro ( $\text{Cl}_2$ ), o de diferentes elementos, como sucede con el dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) y el agua ( $\text{H}_2\text{O}$ ). En la representación de moléculas

mediante el modelo de Lewis, el enlace químico en que participan dos electrones de valencia se indica con una línea que une los símbolos de esos elementos.

A continuación se representa, con estructuras de Lewis, la formación de una molécula de cloro (figura 2.21). Recuerda que al formarse una molécula de cloro dos electrones de valencia son compartidos por los núcleos de cloro (véase figura 2.16 de la página 95).



2.21 Al igual que el oxígeno, el cloro es una molécula y cada una tiene dos átomos de cloro unidos mediante un enlace químico. Es un gas a temperatura ambiente y puede obtenerse por medio de la electrólisis de la sal común ( $\text{NaCl}$ ) disuelta en agua.

La expresión anterior es equivalente a la que se muestra a continuación, donde los dos electrones compartidos se representan por una línea que une ambos símbolos.



### Representación de compuestos

Con las estructuras de Lewis también pueden representarse moléculas y compuestos, es decir, aquellas formadas por átomos de diferentes elementos, como en la molécula de agua ( $\text{H}_2\text{O}$ ) o la del dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ).

En la figura 2.22 se muestra la estructura de Lewis de la molécula del agua. Como puedes apreciar, está constituida por un átomo de oxígeno unido a dos átomos de hidrógeno. Recuerda que el átomo de hidrógeno (H) tiene un electrón de valencia y cada átomo de oxígeno (O) tiene seis. Los átomos de hidrógeno se unen al átomo central de oxígeno mediante un enlace químico en que se comparten dos electrones de valencia. Los electrones de valencia del oxígeno que no forman enlaces químicos se representan como pares de puntos.



2.22 Representación de Lewis de una molécula de agua. Este tipo de representación es muy útil porque muestra los electrones más externos de la partícula (los puntos y las líneas) y distingue claramente los distintos tipos de núcleos con el uso de las letras.

Los químicos también acostumbran representar las moléculas por medio de **fórmulas desarrolladas**. Este tipo de representaciones se basa en las estructuras de Lewis, así que los enlaces químicos entre los átomos también se indican con líneas; la diferencia radica en que se omiten los puntos que representan a los electrones de valencia que no forman parte de los enlaces.

Asimismo recuerda que las moléculas se simbolizan con **fórmulas químicas condensadas** que indican su composición. Las fórmulas químicas se construyen de la siguiente forma: el símbolo químico de cada elemento seguido por un subíndice que indica cuántos átomos de cada elemento hay en la partícula. Por ejemplo, en el caso del etanol la fórmula condensada es:  $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ . Sin embargo, la representación de Lewis y la fórmula desarrollada proporcionan más información acerca de la construcción de la molécula, porque describe cómo están conectados sus átomos.

Las estructuras de Lewis permiten apreciar la forma en la que cada átomo de esa sustancia se une a otro átomo y, además, resalta que la unión entre éstos se debe a los electrones de valencia.

Tabla 2.10 Representaciones mediante simbología química de sustancias

Nombre común	Alcohol etílico	
Nombre del compuesto químico	Etanol	Dióxido de carbono (figura 2.23)
Fórmula condensada	$\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$	$\text{CO}_2$
Fórmula desarrollada	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\   \quad   \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\text{O}-\text{H} \\   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	$\text{O}=\text{C}=\text{O}$
Representación de Lewis	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\   \quad   \\ \text{H}-\text{C}-\text{C}-\ddot{\text{O}}-\text{H} \\   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	$\ddot{\text{O}}=\text{C}=\ddot{\text{O}}$



2.23 El dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) es un gas a temperatura ambiente y constituyente natural del aire; sin embargo, cuando la concentración de este compuesto rebasa los límites permitidos, se convierte en un contaminante.

Representa el enlace mediante la estructura de Lewis y con simbología química algunos elementos, moléculas, átomos o iones.

- Individual** 1. Dibuja la estructura de Lewis para la formación de las moléculas de oxígeno ( $O_2$ ) y nitrógeno ( $N_2$ ).
- En cada caso, ¿cuántos electrones de valencia poseen los átomos? ¿Cómo se representan?
  - ¿Cuántos electrones participan en el enlace? ¿Cómo se representa el enlace en cada caso? ¿Cuántas líneas usaste para representar el enlace en la molécula de oxígeno?, ¿cuántas para la molécula de nitrógeno?
  - En la naturaleza el oxígeno y el nitrógeno se encuentran en forma de moléculas y no como átomos aislados. ¿Consideras que las representaciones de Bohr y de Lewis son útiles para explicar este hecho? Justifica tu respuesta.
  - Ahora que conoces el modelo de Bohr y el de Lewis para representar estas moléculas elabora una tabla como la 2.11 para comparar ambos modelos.

Tabla 2.11 Comparación entre los modelos de Bohr y Lewis

Similitudes	Diferencias

2. Completa la tabla de representaciones de las especies químicas.

Tabla 2.12 Representaciones de sustancias

Nombre y fórmula química condensada	Modelo de Bohr	Estructura de Lewis	Fórmula desarrollada
Hidrógeno ( $H_2$ )			
Metano ( $CH_4$ )			
Ácido clorhídrico (HCl)			
Yodo ( $I_2$ )			I - I
Metanol ( $CH_3OH$ )			

**Te recomendamos**

Construir y hacer representaciones de átomos, compuestos y moléculas, disponibles en: <http://www.edutics.mx/Zy2> y <http://www.edutics.mx/Zy6> (Consultadas: 17 de junio de 2016).

3. Identifica los tipos de iones y completa la información de la tabla 2.13.

Tabla 2.13 Datos de algunas especies químicas

Ión	Z	Número de electrones	¿Tiene mayor o menor número de protones que de electrones?	Tipo de ión (anión o catión)
$Al^{3+}$	13	10		
	19	18		
	9	10		
$Mg^{2+}$				
	20	18		
I <sup>-</sup>				

4. Propón la representación de Lewis para las siguientes fórmulas:

$CO_2$ ,  $NH_3$ ,  $NO_3^-$ ,  $N_2$ , Si.

A partir de las fórmulas anteriores responde.

- ¿Cuáles representan un átomo?
- ¿Cuáles representan una molécula?
- ¿Cuáles se asocian a un elemento?
- ¿Cuáles son iones? ¿De qué tipo son?

**Grupo**

5. Compara tus resultados con los de tus compañeros y validalos con tu maestro.

**PRACTICA**

1. El ión calcio es una partícula que se encuentra en todos los huesos; si un átomo de calcio tiene dos electrones en la capa de valencia, la estructura de Lewis correcta es:

- a)  $Ca^{2+}$        b)  $Ca:$        c)  $:\ddot{Ca}:$        d)  $Ca\cdot$

2. Con base en el modelo de Lewis para el litio, ¿cuántos electrones le faltan para completar su capa de valencia o la capa de un gas noble. Li<sup>+</sup>

- a) Tres electrones.       b) Un electrón.  
 c) Ocho electrones.       d) Siete electrones.

3. ¿Cuál es la fórmula desarrollada de una molécula de bromo?

- a) Br - Br       b) Br ·· Br  
 c) Br = Br       d) Br<sub>2</sub>

4. ¿Cuántos electrones de valencia tiene un átomo de bario (Ba)? Considera que se encuentra en la segunda columna de la tabla periódica.

- a) Tres electrones.       b) Un electrón.  
 c) Ocho electrones.       d) Dos electrones.

**Aprendizajes esperados:** Identifica algunas propiedades de los metales (maleabilidad, ductilidad, brillo, conductividad térmica y eléctrica) y las relaciona con diferentes aplicaciones tecnológicas. Identifica en tu 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.

Consumo **T**

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

Inicio



2.24 Los metales poseen propiedades que han permitido su empleo para múltiples fines.

Los metales son materiales que forman parte de nuestra vida cotidiana y gracias a sus características los hemos usado para la fabricación de objetos muy diversos, como cables eléctricos, llaves, manijas de puertas, estructuras de ventanas y puertas, utensilios de cocina, partes de computadoras, armazones para anteojos, carcasas de aparatos electrónicos y joyería, entre otros (figura 2.24). Si bien los metales son abundantes en la naturaleza, no se presentan en estado puro, porque la mayoría suele encontrarse mezclados en compuestos llamados minerales.

De los 113 elementos de la tabla periódica, 79% son metales, los más numerosos (revisa la tabla periódica de la página 123).

Los metales son tan esenciales para los seres humanos que su descubrimiento y uso marcan algunas de las etapas más importantes de la historia: Edad de oro (5 000 a.n.e.), Edad del bronce (3000 a.n.e.) y Edad de hierro (1000 a.n.e). Para el siglo xv ya se sabía de la existencia de ocho metales: oro, plata, hierro, plomo, mercurio, cinc, cobre y estaño. En el xviii se agregaron a la lista nueve más: cobalto, platino, níquel, manganeso, tungsteno, molibdeno, uranio, titanio y cromo. Un siglo después, en el siglo xx, se incluyeron paladio, rodio, cerio, osmio, iridio, niobio, tantalio, zirconio, torio y berilio.

Identifica algunas propiedades de los metales y, a partir de ellas, deberás proponer una clasificación de los mismos.

### Material

Una batería de 1.5 volts, un sóquet, 1 foco, cinta de aislar, 1 trozo de cable de 40 cm de largo, martillo, 1 trozo de corcho, 1 trozo de cobre (alambre, moneda), 1 trozo de hierro (clavo), 1 trozo de plástico, 1 trozo de aluminio (pedazo de lata de refresco o de papel aluminio para envolver alimentos), 1 trozo de tela, 1 palo de madera de paleta y 1 trozo de cinc (clip).

### Medidas de seguridad

Utiliza lentes de protección y sé cuidadoso al manipular la lata (si es el caso) para evitar cortaduras.

### Procedimiento

Equipo

1. Armen un circuito como se muestra en la figura (página 105). Para ello usen la pila, el cable (dividido en dos trozos), el sóquet, el foco y la cinta de aislar.
2. Comprueben que el foco encienda al cerrar el circuito usando sólo la batería. Después pongan en contacto los extremos libres de los cables (previamente pelados en las puntas) con los diferentes materiales e identifiquen cuáles conducen la electricidad. Si un material es conductor, el foco prenderá, de lo contrario no lo hará.

3. Registren en la tabla 2.14 cuáles materiales tienen brillo.
4. En una superficie plana y dura que sea resistente, coloquen los materiales y golpéenlos con el martillo para tratar de aplanarlos. Escriban sus observaciones en la misma tabla.



Tabla 2.14 Resultados

Materiales Propiedades	Corcho	Cobre	Hierro	Plástico	Aluminio	Tela	Madera	Cinc
¿Conduce la corriente eléctrica?								
¿Tiene brillo?								
¿Pudo aplanarse?								

### Análisis de resultados

5. Consulten la tabla anterior y contesten.
  - a) ¿Qué materiales comparten las mismas propiedades?
  - b) De acuerdo con su respuesta a la pregunta anterior: ¿cuáles y cuántos grupos identifican?
  - c) ¿Cómo se le llama a la propiedad de un material que puede convertirse en láminas? De los materiales que emplearon en el experimento, ¿cuáles pueden formar láminas? ¿Piensan que pueden usar madera o corcho para fabricar láminas que sirvan para el techo de una casa? Expliquen su respuesta.
  - d) La aplicación más importante del cobre es la fabricación de cables para la conducción de electricidad. ¿Con qué materiales podría sustituirse al cobre en la fabricación de cables?
  - e) Los cables de cobre están recubiertos por un material denominado **aislante eléctrico**, es decir, que no conduce la corriente eléctrica. ¿Qué materiales de los que usaron son aislantes? ¿Por qué piensan que se usa el plástico en el recubrimiento de cables?
  - f) Si tuvieran que fabricar un dispositivo que permitiera el funcionamiento eléctrico de algún equipo, ¿qué tipo de materiales elegirían?
  - g) Se denomina **ductilidad** a la propiedad de algunos materiales para formar alambres. ¿Qué grupo de materiales de los que usaron consideran que presentan esta propiedad? ¿Qué grupo de materiales de los que usaron consideran que presentan esta propiedad?
  - h) ¿Piensan que es importante conocer las propiedades de los metales para determinar el uso que puede dárseles? Expliquen su respuesta.

Grupo

6. Compartan sus respuestas en grupo.

### Manejo de residuos

Guarden los materiales y el circuito que armaron para próximas actividades.

## Desarrollo

## Propiedades de los metales



2.25 El bismuto no es buen conductor de electricidad, pero tiene amplios usos en medicina y en la industria farmacéutica.

Los materiales metálicos pueden estar formados de una sola sustancia (como hierro, cobre u oro) o ser mezclas de varias sustancias (las aleaciones), como el bronce y el acero.

El concepto de **metal** se refiere a los materiales que poseen una serie de propiedades comunes: la mayoría es de color grisáceo, aunque algunos presentan otros colores; por ejemplo, el bismuto (Bi) es rosáceo (figura 2.25); el cobre (Cu), rojizo, y el oro (Au), amarillo. Con excepción del mercurio, todos son sólidos en condiciones ambientales normales. La mayoría requiere altas temperaturas para fundirse, es decir, para derretirse (tienen altos puntos de fusión). Asimismo suelen tener mucha masa concentrada en poco volumen (poseen altas densidades). Generalmente son duros y, además, son buenos conductores del calor y de la electricidad.

Otras propiedades de los metales son:

- **Brillo.** Capacidad de reflejar la luz. Muchos metales muestran un peculiar brillo, llamado brillo metálico.
- **Ductilidad.** Capacidad de formar alambres e hilos.
- **Maleabilidad.** Propiedad que permite formar láminas.
- **Resistencia mecánica.** Capacidad de un material para oponerse a la acción de fuerzas de tracción, compresión, torsión y flexión sin deformarse ni romperse.

## Te recomendamos

Revisar el modelo del mar de electrones en: <http://edutics.mx/4qW> (Consulta: 17 de junio de 2016).



2.26 El modelo del mar de electrones representa la estructura de una sustancia metálica; en este caso, el oro.

Las propiedades de los metales se explican por el arreglo de sus átomos en redes tridimensionales (imagina el arreglo de las partículas de un sólido de acuerdo con el modelo corpuscular). Las redes metálicas están formadas por núcleos atómicos distribuidos de manera regular en el espacio; los electrones de valencia de cada átomo de la red se desplazan libremente entre los núcleos formando algo conocido como **mar de electrones** (figura 2.26). Las múltiples interacciones de tipo eléctrico entre el mar de electrones y los núcleos positivos de los átomos producen una interacción global que sólo ocurre en los metales y se denomina **enlace metálico**.

El modelo de mar de electrones brinda una explicación sencilla de la conductividad eléctrica de los metales. Este modelo propone que los electrones de valencia no se atraen por un solo núcleo, sino por todos al mismo tiempo, pero muy débilmente. Además, ante la presencia de un potencial eléctrico alto (un alto voltaje), se trasladan con facilidad del electrodo negativo hacia el positivo.

## Interdisciplina

Consulta tu libro de Historia 2 para revisar el tema: Las remesas de plata en el intercambio internacional, en el primer bloque Las culturas prehispánicas y la conformación del virreinato de Nueva España.

Los metales también son buenos conductores térmicos, esto significa que son capaces de transmitir el calor o la energía térmica a través de ellos. Esta propiedad física de los metales también se justifica por este modelo, porque los electrones de valencia se mueven libremente en las redes metálicas y no sólo transportan corriente eléctrica, sino también energía en forma de calor, debido a las colisiones entre estas partículas. Asimismo, cuando un extremo de la red metálica se calienta, los átomos de ese extremo comienzan a vibrar con más intensidad. El calor en forma de vibración se transfiere al extremo frío a través del entramado de átomos metálicos.

El modelo del mar de electrones también es útil para explicar la maleabilidad y la ductilidad. Cuando una red metálica se deforma, el mar de electrones simplemente se adapta a la nueva distribución de los núcleos.

Si bien algunos metales se hallan en la naturaleza en forma de elementos, como el oro, la plata y el cobre, éste no es su estado usual; la mayoría suelen estar como óxidos. El oxígeno, al estar presente en grandes cantidades en la atmósfera, produce cambios químicos con los metales, formando diversos minerales como la bauxita ( $Al_2O_3$ ) o la limonita ( $Fe_2O_3$ ) (figura 2.27).

Los sulfuros constituyen el tipo de **mena** metálica más frecuente. En este grupo destacan el sulfuro de cobre I ( $Cu_2S$ ), el sulfuro de mercurio II ( $HgS$ ), el sulfuro de plomo ( $PbS$ ) y el sulfuro de bismuto III ( $Bi_2S_3$ ). Hay otros metales, como el berilio y el magnesio, que se extraen a partir de los cloruros depositados debido a la evaporación de mares y lagos, aunque también se extraen del agua del mar. El ejemplo más característico es el cloruro de sodio o la sal común ( $NaCl$ ). El calcio, el estroncio y el bario se obtienen a partir de compuestos denominados carbonatos.

Asimismo existe otra clasificación que puede revisarse en la tabla periódica, la de algunos elementos conocidos como **metaloides**, aquellos que comparten propiedades con el grupo de los metales y también con el de los no metales. Los elementos que se clasifican dentro de este grupo son boro (B), silicio (Si), germanio (Ge), arsénico (As), antimonio (Sb), telurio (Te) y polonio (Po), que son sólidos a temperatura ambiente, poseen brillo metálico y no son maleables. Los metaloides son mejores conductores de la corriente eléctrica que los no metales, pero no son tan buenos como los metales. Cuando se combinan con un no metal se comportan como metales y cuando se combinan con un metal se comportan como no metales.

## Las aplicaciones tecnológicas de los metales

En la actividad de inicio identificaste algunas propiedades de los metales; ahora ya sabes que tienen una alta resistencia mecánica, brillo metálico, son buenos conductores térmicos y eléctricos, además de que son dúctiles y maleables. Estas propiedades los han hecho muy útiles para los humanos, por lo que están presentes en todos los ámbitos de nuestra vida.

Por ejemplo, desde 1960, el investigador estadounidense William J. Buehler trabajó con materiales metálicos y mezcló en proporciones muy similares níquel y titanio. Esta aleación, a la que llamó nitinol, mostró ser resistente a las altas temperaturas. Además tiene "memoria", pues si se modifica su forma, después de un breve tiempo regresa a su forma inicial. Por esta propiedad se le utiliza en ortodoncia para elaborar filamentos con la forma del arco dental (figura 2.28). El titanio también se usa en aleación con otros elementos para fabricar partes de aviones y en medicina para la fabricación de prótesis. El níquel se emplea para acuñar monedas y elaborar baterías recargables.



2.28 Uso de nitinol (aleación de níquel y titanio) en ortodoncia.

En cuanto al aluminio, éste se usa en la fabricación de piezas para automóviles, aviones, bicicletas y en empaques de alimentos y bebidas. El bronce se utiliza en la fabricación de barcos, tuberías y cuerdas para instrumentos musicales, mientras que el tungsteno se emplea para elaborar focos.



2.27 La mayor parte del aluminio que utilizamos se extrae de la bauxita.

## Glosario

**Mena:** mineral del que puede extraerse determinado elemento.



2.29 Debido a que el hierro se oxida con facilidad, fue necesario crear un material resistente a la corrosión, como el acero.



2.30 Algunos utensilios de uso cotidiano fabricados a base de acero inoxidable.

Otro ejemplo de las propiedades de los metales y sus aplicaciones tecnológicas es la industria del acero. Debido a su abundancia, el hierro fue usado por las antiguas civilizaciones para fabricar armas y construcciones; sin embargo, tenía la desventaja de ser un metal que puede deformarse o quebrarse y que se corroe fácilmente. Con el tiempo, el ser humano logró crear un nuevo material, el acero, mucho más duro, resistente a la corrosión y a la deformación (figura 2.29). El acero es una aleación de hierro (Fe) con carbono (C), variable entre 0.03 y 1.76% *masa/masa*. La composición química de los aceros es compleja. Además del hierro y el carbono, la aleación contiene otros elementos necesarios para su producción, como silicio y manganeso. El aumento del contenido de carbono en el acero eleva su resistencia a la tracción, incrementa el índice de fragilidad en frío y hace que disminuya su ductilidad (figura 2.30).

En la tabla 2.15 se recopilan las aplicaciones de distintos tipos de acero.

Tipo de acero	Carbono (%)	Aplicaciones
Dulce	0.25%	Piezas de resistencia media de buena tenacidad, deformación en frío, embutición, plegado y herrajes para fuselaje de aviones, entre otros. Fabricación de hojas de acero, alambres y tubos.
Semidulce	0.35 %	Ejes para vagones de transporte, ruedas, elementos de maquinaria, piezas resistentes y tenaces, pernos, tornillos y herrajes.
Semiduro	0.45 %	Ejes para locomotoras y elementos de máquinas y motores, piezas bastante resistentes, cilindros de motores de explosión, transmisiones y alambres que formarán cables.
Duro	0.55 %	Ejes, transmisiones, tensores y herramientas para agricultura.

Los metaloides también son esenciales debido a sus aplicaciones tecnológicas, las cuales se deben, sobre todo, a la conductividad intermedia entre los metales y los no metales. En este tipo de materiales, la capacidad de conducir corriente eléctrica depende de la temperatura, de la exposición a la radiación solar y de la presencia de impurezas en la red metálica. El boro se utiliza en la fabricación de imanes de altavoces y en los lectores de discos duros para computadoras; el silicio es componente de la fibra óptica; el germanio se utiliza en la construcción de celdas solares; el arsénico en la fabricación de diodos que emiten diversos colores; el antimonio es uno de los componentes de las baterías y el polonio se usa en la fabricación de celdas que generan electricidad en los satélites artificiales (figura 2.31).



2.31 Los componentes esenciales de los aparatos electrónicos que usamos diariamente están fabricados con metaloides.

Identifica las propiedades de un material metálico y cómo pueden modificarse.

#### Material

Mechero Bunsen, 2 pinzas de disección, 4 pasadores para cabello, lija, un vaso de precipitados, 500 g de hielo, etiquetas o papel y cinta adhesiva, marcador.

#### Medidas de seguridad

No toquen el pasador mientras lo calientan para evitar quemaduras.

#### Procedimiento

##### Equipo

- Quiten el plástico de las puntas de los pasadores y con la lija raspen la pintura.
- Etiqueten cada pasador en uno de los extremos usando las letras A, B, C y D.
- Desdoblén el pasador D que será usado como muestra de referencia.
- Realicen lo siguiente con los pasadores A, B y C.
  - Con las pinzas de disección sujeten ambas puntas de un pasador y coloquen la curva central (el sitio donde se dobla) sobre el mechero encendido. Al ponerse al rojo vivo desdoblén el pasador hasta que quede recto. Déjenlo enfriar y luego repitan el procedimiento con los otros dos pasadores.
  - Una vez que los pasadores estén fríos, vuelvan a calentarlos al rojo vivo. Retírenlos del fuego y déjenlos enfriar.
- Doblen los cuatro pasadores en forma de "J". El pasador A se quedará así; sin embargo, es necesario comparar sus propiedades con el resto de los pasadores. Los pasadores B y C los someterán a otros tratamientos térmicos.
- Coloquen el hielo y el agua en el vaso de precipitados. Tomen el pasador B y caliéntenlo. Cuando alcance el color rojo, pónganlo en el vaso de precipitados que tiene agua con hielo. Sáquenlo del agua fría.
- Tomen el pasador C y vuelvan a calentarlo, pero esta vez no dejen que alcance el color rojo. Déjenlo enfriar.
- Intenten estirar los cuatro pasadores, comenzando por el D, y registren sus observaciones.

#### Análisis de resultados

- Contesten.
  - ¿Cuál de los tres pasadores es quebradizo?
  - ¿Cuál es el más duro?
  - ¿Cuál resultó ser más maleable?
  - Si tuvieran que construir un edificio, ¿se atreverían a utilizar acero como el del pasador C? ¿Por qué?
  - Si fueran investigadores utilizarían este tipo de conocimientos para aprovechar las propiedades de los metales en determinados usos? Citen un ejemplo.

#### Manejo de residuos

Pongan los pasadores en el contenedor que su maestro les indique.



A

Como te diste cuenta, la forma en la que se trató cada pasador dio como resultado distintas propiedades en el acero. Por ejemplo, el acero del pasador C adquiere mayor dureza, pero se vuelve quebradizo, pues los cambios bruscos de temperatura hacen que sus átomos se acomoden de manera que forman pequeños cristales. Para evitar que el acero se vuelva quebradizo se calienta a temperaturas más bajas y el enfriamiento se hace lento: el acero se vuelve más maleable porque se forman cristales más grandes.

## Toma de decisiones relacionadas con rechazo, reducción, reúso y reciclado de los metales

**Tabla 2.16 Daños a la salud que causan algunos metales**

Metal	Padecimientos
Cadmio (Cd)	Exposición por largos periodos resulta en disfunción renal, inflamación y obstrucción de los pulmones, dolor de pecho, afecciones en los huesos, incremento en la tensión arterial.
Plomo (Pb)	Inhibe la producción de algunos componentes de la sangre, disfunción de riñones, articulaciones, sistema cardiovascular, sistema digestivo y daño severo al sistema nervioso central y periférico.
Mercurio (Hg)	Malformación de fetos, aborto espontáneo, desórdenes neurológicos, daño cerebral severo.
Arsénico (As)	Afecciones al sistema digestivo (náusea, vómito, diarrea hemorrágica), al corazón, al sistema nervioso presentando convulsiones y estado de coma. Exposición a altos niveles puede causar la muerte.

Fuente: "Estimación del valor económico de reducciones en el riesgo de morbilidad y mortalidad por exposiciones ambientales", en *Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático*, 2002, disponible en <http://edutics.mx/JnJ> (Consulta: 24 de enero de 2017).

**HACIA TU PROYECTO**  
El contenido de este tema puede ser de utilidad para el desarrollo del proyecto 2 de este bloque.

Los metales son muy valiosos por sus aplicaciones tecnológicas, sin embargo, también son contaminantes ambientales.

Continuamente los metales son liberados al medio de manera natural, sobre todo por la actividad volcánica. En los últimos años aumentó la cantidad de metales en el ambiente debido a actividades humanas, como la extracción de minerales, la quema de combustibles y las actividades industriales y agrícolas. Algunos metales pueden acumularse en los seres vivos y cuando éstos rebasan cierto límite provocan enfermedades.

La intoxicación por metales, como el mercurio (Hg), plomo (Pb), arsénico (As), cadmio (Cd), cromo (Cr), vanadio (V) y níquel (Ni), produce daños al sistema nervioso central, que se manifiestan con pérdida de memoria, temblores, convulsiones y alucinaciones. También pueden provocar daños en diversos órganos (riñones, pulmones, estómago e hígado), cáncer y la muerte de la persona intoxicada. En la tabla 2.16 se enlistan los padecimientos específicos que producen algunos de estos metales.

Ante los posibles riesgos es necesario que rechacemos aquellos materiales que contengan estos metales tóxicos. Cuando no pueda evitarseles totalmente debe disminuirse su uso y conocer cuáles objetos contienen estas sustancias, y qué uso incorrecto puede causar graves intoxicaciones y contaminar el ambiente. Es el caso de las pilas (objetos prácticamente indispensables en la vida cotidiana), contienen mercurio, plomo, níquel y cadmio; así que, dada la cantidad de estos metales, los residuos de las mismas deben recibir un tratamiento especial. Es importante que después de su uso y vida útil, las pilas sean separadas de los demás desechos y bajo ninguna circunstancia deben perforarse.

**Te recomendamos**  
Leer la información de qué hacer con las pilas usadas en: <http://edutics.mx/Jn3> (Consulta: 24 de enero de 2017).

Los metales nos ofrecen grandes beneficios, pero su uso irracional ocasiona problemas ambientales y de salud. Por ello, es esencial poner en práctica las 4R (reducción, reúso, reciclado, rechazo de metales), porque con esto se puede aminorar el daño que causamos a los ecosistemas y a nosotros.

- **Reduzcamos** su uso, sustituyéndolos por opciones menos dañinas al entorno. Actualmente, los metales ya se sustituyen por otros materiales; por ejemplo, en la odontología hace algunas décadas aún se utilizaban amalgamas de mercurio (Hg) para restaurar muelas con caries; hoy en día se utilizan resinas cerámicas.
- **Reusemos** los materiales que ya tenemos para evitar la sobreexplotación de las minas y, con ello, disminuir la contaminación que éstas generan a su alrededor. Por ejemplo, las latas de pintura pueden ser reutilizadas como macetas, las piezas metálicas de electrodomésticos viejos o descompuestos es posible usarlos para reparar otros objetos.
- **Reciclemos** separando en casa los materiales metálicos para que esto facilite la reobtención del metal, para que se usen en la fabricación de nuevos materiales. El aluminio, por ejemplo, es un metal que se recicla a partir de latas de refresco, carcasas de computadoras, utensilios de cocina y restos de cancelas, entre otros. El proceso para volver a obtener aluminio es más barato que si se extrae a partir de la bauxita, la forma mineral en que se encuentra en la naturaleza. Con esta acción se busca reducir la explotación del mineral y también disminuir la contaminación ambiental que se genera al obtenerlo de las minas y procesarlo.
- **Rechacemos** aquellos materiales que contengan metales tóxicos, por ejemplo, pinturas, pilas, alimentos enlatados, juguetes, insecticidas, tuberías y ciertos cerámicos.

**Te recomendamos**  
Leer la información de metales pesados de Schintman, Norberto, "Metales pesados, ambiente y salud", 2004, disponible en <http://edutics.mx/4SW> y Restrepo, Ivan, "Contaminación con mercurio", en *La Jornada*, disponible en <http://edutics.mx/46C> (Consultadas: 17 de junio de 2016).

Identifica en tu comunidad fuentes de contaminación por metales, particularmente por cobre, aluminio, plomo y hierro. A partir de esta investigación propón acciones que te permitan rechazar, reducir, reusar y reciclar dichos metales.

**Individual** 1. Investiga en la biblioteca de tu escuela o en internet y completa la tabla.

**Tabla 2.17 Información de metales en mi comunidad**

	Cobre	Aluminio	Plomo	Hierro
Símbolo				
Usos				
Objetos que lo contienen				
Usos de esos materiales				
Enfermedades que ocasionan				
Dosis que tolera el organismo				

2. Para cada metal contesta lo siguiente.
  - a) ¿Se debe rechazar su uso? ¿Por qué?
  - b) ¿Qué propondrías para invitar a la población a que disminuya su uso?
  - c) ¿Qué materiales de tu casa pueden ser sustituidos con algún objeto que ya no cumpla su función, pero que aún pueda ser útil en otra actividad?
3. Diseña una estrategia para que las personas de tu comunidad separen estos cuatro metales.
4. Investiga en tu comunidad si existe alguna empresa que recicle estos metales.
5. Difunde en tu comunidad la estrategia y la investigación.



En esta secuencia identificaste algunas propiedades de los metales como maleabilidad, ductilidad, brillo, conductividad térmica y eléctrica, también identificaste que esas propiedades se aprovechan desde el punto de vista tecnológico para crear materiales que nos hacen la vida más cómoda. Sin embargo, no puede dejarse de lado que, hoy en día, hacemos un uso irracional de estos materiales, por lo que hay que considerar la necesidad de usarlos de otra manera siguiendo acciones como el rechazo, la reducción, el reúso y el reciclado de metales, con el fin de no afectar negativamente nuestro entorno.

## Cierre

Investiga algunos materiales que se utilizan en las partes de un avión y relaciona algunos metales con sus propiedades.

## Individual

1. En la construcción de aviones se requieren diversos tipos de materiales. En seguida se explican las principales partes de una aeronave y la función que desempeña cada una.

- Fuselaje: es el cuerpo del avión, al que se unen las alas y los estabilizadores. Contiene las cabinas de pasajeros, de mando y de carga. Además de dar estructura en su interior es posible encontrar los dispositivos electrónicos que controlan el avión; por ejemplo, computadoras, cámaras de video, aparatos de sonido y cableado eléctrico, entre otros.
- Parabrisas y ventanillas: son las aberturas que se hacen al fuselaje. Permiten que los pasajeros y la tripulación puedan ver hacia el exterior.
- Alas: permiten que el avión despegue y vuele.
- Estabilizadores o cola del avión: se localizan en la parte trasera del avión y le aportan equilibrio.



2. Investiga qué tipo de materiales se emplean en la fabricación de cada una de las partes de un avión y regístralos.

- ¿Qué partes del avión están hechas con metales?
- ¿En qué partes se usan metales en forma de aleaciones?
- ¿Recomendarías el uso de metales para la fabricación de ventanas y parabrisas? ¿Por qué?
- ¿Qué tipo de materiales se usan en la construcción de los dispositivos electrónicos y del cableado eléctrico del avión?
- ¿Qué propiedades de los metales consideras que son importantes en la elaboración de las partes de un avión? Explica tu respuesta.

3. En la tabla 2.18 se describen algunos materiales y su capacidad para conducir electricidad y calor. Con base en la tabla responde lo que se presenta a continuación.

Tabla 2.18 Ejemplos de materiales y sus propiedades

Propiedad	Material	A	B	C	D
Conductividad eléctrica		Baja	Nula	Muy alta	Alta
Conductividad térmica		Muy alta	Muy baja	Alta	Baja
Maleabilidad		Muy alta	Baja	Baja	Alta
Ductilidad		Alta	Nula	Muy alta	Muy baja
Toxicidad para el ser humano		Muy alta	Baja	Extremadamente baja	Muy baja

- ¿Cuál sería el material que usarías en el cableado eléctrico de tu casa? ¿Qué propiedades consideraste para responder la pregunta?
- ¿Qué material usarías para elaborar láminas para techar una casa?
- ¿Por qué no sería recomendable usar el que presenta maleabilidad “Muy alta”, es decir, el material A?
- ¿Qué material usarías para fabricar los utensilios que sirven para cocinar alimentos? ¿Qué propiedad consideraste?
- ¿Por qué no sería recomendable usar el material A para fabricar utensilios de cocina?
- ¿Por qué el material B se considera no metálico?

## PRACTICA

1. El oro es un buen conductor de la energía eléctrica y se utiliza en aparatos electrónicos; es el metal más maleable, con el cual se fabrican variados objetos de joyería, como collares, aretes, anillos, entre otros; sin embargo, un anillo no está hecho solamente de oro. ¿Cuál es la razón?

- Porque es muy caro y no todos podrían comprar una pieza de oro.
- Porque es tan maleable que, con el uso, podría deformarse.
- Porque en la Naturaleza no se encuentra en forma pura.
- Porque el oro no tiene la propiedad de ser dúctil.

2. ¿Qué características tienen en común el carbono, el silicio y el germanio?

- Tienen el mismo número de protones.
- Se ubican en el mismo periodo en la tabla periódica.
- Tienen la misma cantidad de electrones de valencia.
- Son metales.

3. Las sustancias formadas por átomos del mismo tipo son:

- No metales.
- Aleaciones.
- Elementos.
- Compuestos.

4. ¿Qué característica explica la alta conductividad eléctrica y térmica en los metales?

- Su alta electronegatividad.
- Sus electrones libres.
- Su polaridad.
- Su maleabilidad.

**Aprendizajes esperados:** Identifica el análisis y la sistematización de resultados como características del trabajo científico realizado por Cannizzaro, al establecer la distinción entre masa molecular y masa atómica. Identifica la importancia de la organización y sistematización de elementos con base en su masa atómica y, en la tabla periódica de Mendeleiev, que lo llevó a la predicción de 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.

## Segunda revolución de la Química

### Inicio

Como estudiaste en el bloque anterior, la primera revolución de la Química se dio con las aportaciones de Antoine Laurent Lavoisier. En esta secuencia conocerás las aportaciones de Stanislao Cannizzaro y Dimitri Mendeleiev, que dieron lugar a la segunda revolución de la Química. La idea de Cannizzaro de que las partículas más pequeñas de los elementos podían consistir en moléculas y no en átomos sueltos condujo a una mejor determinación de las masas de los átomos. Por otro lado, la idea de agrupar los elementos según sus propiedades y no únicamente por la masa de sus átomos, permitió concentrar una enorme cantidad de información química en un solo esquema gráfico: la tabla periódica de los elementos.

Organiza algunas sustancias en una tabla considerando sus propiedades.

#### Individual

1. Lee lo siguiente.

Imagina que en un Universo paralelo un grupo de químicos encontró cuatro sustancias elementales y estudió sus propiedades, las cuales se describen a continuación; entre ellas se encuentra una propiedad física nueva a la que denominaron *M*.

- Canita. Sólido que conduce electricidad y calor; es muy brillante, maleable y dúctil. Presenta una densidad de 7.8 g/mL y una propiedad denominada *M* igual a 40.
- Argonita. Es un gas a temperatura ambiente, no se combina con otros elementos para formar compuestos. Tiene una propiedad *M* igual a 18 y una densidad de 0.05 g/mL.
- Balita. Sólido que conduce electricidad y calor, es moderadamente brillante, maleable y dúctil. Posee una densidad de 10.5 g/mL y una propiedad *M* igual a 40.
- Irita. Líquido que no conduce la corriente eléctrica ni el calor. Presenta una propiedad *M* igual a 127 y una densidad de 2.9 g/mL.

2. De acuerdo con tu criterio ordena los elementos en una tabla y escríbela en tu cuaderno.

3. Responde.

- a) ¿Cuál fue la base para proponer la organización de los elementos en la tabla? ¿Consideraste alguna propiedad en particular? ¿Ordenaste tus datos de manera creciente o decreciente respecto a esa propiedad?
- b) ¿Cuál es el elemento más denso? ¿Cuál el menos denso? ¿Qué estado de agregación presenta cada uno? ¿En qué te ayudaría esta propiedad para ordenar los elementos?
- c) ¿Cuál es el elemento que presenta un mayor valor de la propiedad *M*? ¿En qué te ayudaría usar dicha propiedad para ordenar estos elementos?

4. En este Universo paralelo un científico piensa que ha encontrado un nuevo elemento, así que determina su densidad y está a punto de comenzar a estudiar todas sus propiedades. El "elemento nuevo" es sólido y tiene una densidad de 10.5 g/mL. De acuerdo con tus conocimientos y los datos del "elemento nuevo" con los que cuentas, responde lo siguiente:

- a) ¿Afirmarías que se trata de un elemento nuevo? ¿Por qué?
- b) ¿Cuál de las propiedades que se mencionan te ayuda a diferenciar, de manera inequívoca, entre dos sustancias?

c) ¿Qué tipo de propiedad es: intensiva o extensiva?

#### Parejas

5. Compara tus respuestas con las de un compañero y comenten: ¿qué determina que sea mejor el orden que propusieron en su tabla?

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

En la Antigüedad ya se conocían los elementos azufre, carbono, cobre, estaño, hierro, mercurio, oro, plata y plomo. Desde entonces y hasta el 1700 d.n.e., sólo se descubrieron cinco elementos químicos más: antimonio, arsénico, bismuto, fósforo y cinc. En la segunda mitad del siglo XVIII se encontraron 15 elementos más; entre ellos hidrógeno, nitrógeno y oxígeno. Los químicos se interesaron en el estudio de las propiedades de dichos elementos y en la forma en la que se combinaban para crear nuevas sustancias, y a partir del conocimiento de sus propiedades surgió la necesidad de ordenar.

En la actividad de inicio organizaste algunas sustancias de manera intuitiva y con base en propiedades físicas. Así como tú, algunos químicos del siglo XIX intentaron ordenar, de acuerdo con diferentes criterios, los elementos que conocían. A los químicos de aquella época les pareció importante conocer una propiedad de los átomos: su masa, lo cual resultó ser una tarea difícil debido a que los átomos no pueden verse a simple vista; además, en esa época se ignoraba que los átomos están formados por partículas más pequeñas, y con las técnicas experimentales de las que se disponía resultaba imposible indagar en el interior de las sustancias.

El primer científico que estudió las masas atómicas fue el químico inglés John Dalton (figura 2.32), quien calculó dicha propiedad para diferentes elementos. Para ello estableció, de manera arbitraria, que la masa del átomo de hidrógeno sería igual a uno (1). El hidrógeno era el gas más ligero y su masa sirvió como valor de referencia para calcular las masas de los demás elementos; por ejemplo, la masa del átomo de oxígeno, de acuerdo con Dalton, era igual a 8, es decir, 8 veces la masa del átomo de hidrógeno. En el trabajo de Dalton siempre se consideró que el hidrógeno estaba formado por átomos individuales e idénticos.

En 1811, el químico italiano Amadeo Avogadro (figura 2.33) puso en entredicho las ideas de Dalton, y su trabajo experimental con elementos en estado gaseoso lo llevó a postular las siguientes hipótesis:

- Para un determinado volumen de cualquier sustancia gaseosa (a la misma temperatura y presión) siempre hay el mismo número de partículas, independientemente de la sustancia que se trate.
- Algunos gases, como el hidrógeno y el oxígeno, debían existir como moléculas formadas por dos átomos, es decir, los elementos hidrógeno y oxígeno tenían la siguiente composición química:  $H_2$  y  $O_2$ , respectivamente.

Lo anterior era totalmente opuesto al trabajo de Dalton, quien defendía la idea de que las partículas de los elementos no podían estar formadas por más de un átomo, mientras que Avogadro proponía un método para determinar la masa de las moléculas de algunos gases.

### Desarrollo



2.32 Además de sus aportaciones a la Química, John Dalton (1766-1844) fue el primer científico en describir la imposibilidad para distinguir algunos colores como el rojo y el verde, padecimiento hoy conocido como daltonismo.



2.33 Amadeo Avogadro (1776-1856) fue doctor en Derecho, pero aficionado a las matemáticas y a la física. Logró que lo nombraran profesor de estas asignaturas en varios colegios.



**2.34** Johann Döbereiner (1780-1849) fue farmacéutico y amigo del escritor y poeta Johann W. Goethe, con quien se escribía cartas frecuentemente. Entre sus aportaciones a la Química destacan lo relativo a fermentaciones, las propiedades desinfectantes del carbón y un encendedor, mejor conocido como lámpara de hidrógeno.



**2.35** Stanislao Cannizzaro (1826-1910) fue un químico italiano que tocaba la guitarra. Por su aportación en el Congreso de Karlsruhe, en 1891 le entregaron la Medalla Copley de la Royal Society.



**2.36** La antigüedad de algunos fósiles puede determinarse usando el carbono-14, un isótopo del carbono que tiene un número de masa igual a 14. ¿Cuántos neutrones tiene este átomo?

En 1829 el químico alemán Johann Döbereiner (figura 2.34) manifestó que algunos elementos se parecían mucho entre sí (se combinaban con las mismas sustancias para formar otras nuevas o lo hacían en las mismas proporciones). Fue el primero en intentar ordenar a los elementos según la variación de algunas propiedades, la masa de los átomos fue una de ellas e identificó varios grupos de tres cada uno, a los que llamó triadas. En la tabla 2.19 se muestran algunas.

Triada 1	Triada 2	Triada 3
Litio	Calcio	Azufre
Sodio	Estroncio	Selenio
Potasio	Bario	Telurio

Este descubrimiento fue muy importante por dos razones: a) parecía indicar que las propiedades de los elementos dependen de la masa atómica, y b) hacía suponer que los elementos podrían estar relacionados entre sí mediante algún orden numérico.

### Las aportaciones de Cannizzaro

En 1860 el químico alemán August Kekulé (1829-1896) organizó la primera reunión científica internacional de Química, a la que asistieron los personajes más importantes de Europa en este campo, para discutir la definición de los conceptos de mayor relevancia en la época: átomo y molécula. Esta reunión fue el Primer Congreso Internacional de Química y tuvo lugar en la ciudad alemana de Karlsruhe.

Durante este congreso el químico italiano Stanislao Cannizzaro (figura 2.35) realizó una brillante discusión sobre las hipótesis de Avogadro, donde mostró que la principal dificultad en la determinación de las masas de los átomos se debía a la creencia de que los elementos forzosamente consistían en átomos y no en moléculas.

Cannizzaro experimentó con varios gases y estableció una relación entre la densidad de éstos y sus respectivas masas. El análisis y la sistematización de sus resultados lo llevaron a corroborar la hipótesis de Avogadro, aquella que proponía que el hidrógeno gas estaba formado por moléculas de hidrógeno, y que cada molécula estaba constituida por dos átomos. La masa molecular que Cannizzaro asignó al hidrógeno molecular fue de 2 y con base en este dato calculó las masas de otras sustancias gaseosas formadas por moléculas. Su trabajo experimental también permitió establecer un método para saber de cuántos átomos está formado un compuesto y las correspondientes proporciones de cada uno. Así, su método demostró la diferencia entre dos conceptos de gran importancia en Química: masa atómica y masa molecular.

La **masa atómica** que se asocia a un elemento es un valor que se calcula a partir del promedio de las masas atómicas de todos los isótopos que lo integran. Como ya vimos al inicio del bloque, un elemento es una sustancia formada por átomos con el mismo número atómico; sin embargo, cabe mencionar que, en un grupo de ese tipo, hay átomos que tienen diferente número de neutrones, a los que se les da el nombre de isótopos (figura 2.36). En cuanto a la **masa molecular**, es la masa de una molécula y se determina al sumar las masas atómicas de todos los átomos que la forman.



**2.37** Dmitri Mendeleev (1834-1907) destaca por sus aportaciones a la tabla periódica (símbolo indiscutible de la Química). Participó en varios proyectos agrícolas y en la modernización de tecnología para campos petroleros en Rusia, e incluso abordó un globo aerostático para apreciar mejor un eclipse solar.

Cannizzaro elaboró un documento donde explicaba ampliamente su trabajo y lo difundió entre los participantes que acudieron a Karlsruhe. En el congreso participaron 127 científicos originarios de 12 países, por lo que existía la posibilidad de que las ideas de Cannizzaro fueran difundidas a un mayor número de personas en todo el mundo. El congreso propició que, posteriormente, se efectuaran reuniones en las que los científicos pudieran comunicar sus ideas, experiencias y teorías, así como los resultados de sus estudios científicos, y de hecho esta práctica continúa hasta nuestros días. Además de los congresos hoy se utiliza un mayor número de mecanismos de comunicación de ideas, lo que ha sido posible debido a los avances tecnológicos. Entre estos mecanismos se encuentran las publicaciones científicas impresas (revistas o libros) o electrónicas, y el acceso a la información por medio de internet.

### La aportación de Mendeleev

En 1864, y con los valores de la masa atómica, el químico inglés John A. R. Newlands (1837-1898) organizó los elementos conocidos en orden creciente de sus masas atómicas y notó que las propiedades se repetían cada ocho elementos; a esto lo denominó **Ley de las octavas** (tabla 2.20).

1	2	3	4	5	6	7
Li	Be	B	C	N	O	F
Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl
K	Ca					

Newlands acomodó los elementos en una tabla ordenada en columnas (grupos) y en filas (periodos). En las columnas quedaban agrupados elementos con propiedades muy parecidas entre sí y en las filas se ubicaban siete elementos cuyas propiedades iban variando progresivamente.

En 1869 el químico ruso Dmitri Mendeleev (figura 2.37), quien había asistido al congreso de Karlsruhe, usó las masas atómicas determinadas por el método de Cannizzaro y, con base en un orden creciente de esta propiedad, organizó a los elementos en una nueva tabla; ésta tenía 8 columnas, 12 filas o renglones y contenía las 64 sustancias elementales conocidas hasta ese momento. En la organización de los elementos establecida por Mendeleev también se consideraban algunas propiedades características de los átomos. Éstas se debían a la manera en que los elementos se combinaban con otros para formar compuestos; por ejemplo, la capacidad de combinación con el oxígeno o con el hidrógeno para formar sustancias nuevas.

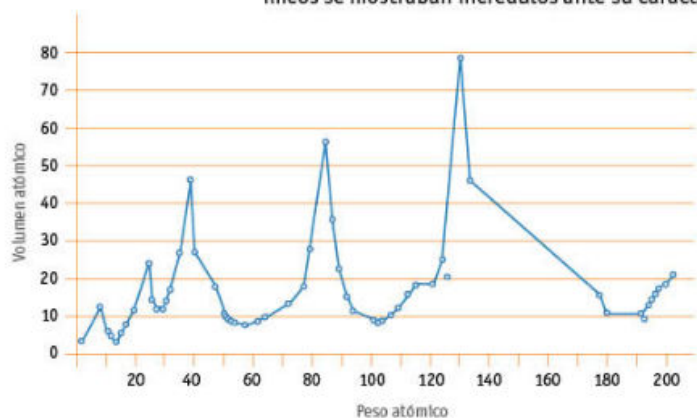
Mendeleev se percató de la existencia de **propiedades periódicas** en los elementos, es decir, las que se repetían con cierta regularidad. La propiedad que aumentaba a lo largo de las filas era la masa atómica, mientras que la organización en las columnas se basó principalmente en la capacidad de formar nuevas sustancias con propiedades similares.

Mendeleev dejó algunos huecos en su tabla periódica debido a que ninguno de los elementos conocidos coincidía con las propiedades de los otros en una misma columna; estaba convencido de que dichos huecos serían ocupados por elementos que se descubrirían después (figura 2.38). En 1871, Mendeleev predijo un nuevo elemento con una masa atómica de 72, densidad de 5.5 g/mL, que tenía una apariencia metálica de color gris oscuro y que llamó "eka-silicio". En 1886 se descubrió un elemento cuyas propiedades coincidían con las que había predicho



**2.38** Los gases nobles, que son componentes del aire (He, Ar, Ne, Xe, Kr), fueron descubiertos por el químico William Ramsay entre 1894 y 1895, pero fue hasta 1902 cuando Mendeleev los incorporó a su tabla periódica.

**2.39** El químico alemán Julius Meyer (1839-1895) también encontró evidencia de la periodicidad de los elementos. Al relacionar el peso atómico y los volúmenes atómicos obtuvo esta gráfica.



el químico ruso: una masa atómica de 72.59, densidad de 5.47 g/mL y una apariencia gris metálica, que ahora conocemos como germanio. Lo mismo sucedió con los elementos escandio, galio y tecnecio, descubiertos en años posteriores; sus propiedades coincidían con las predicciones hechas por Mendeleiev para los elementos que él había denominado “eka-boro”, “eka-aluminio” y “eka-manganeso”. Estos descubrimientos fueron muy importantes para que la comunidad científica tomara en serio la tabla periódica de Mendeleiev, porque algunos químicos se mostraban incrédulos ante su carácter predictivo.

Uno de los mayores éxitos del trabajo de Mendeleiev es que desarrolló una forma de organizar y sistematizar los elementos conocidos en esa época con base en su masa atómica y en sus propiedades. Asimismo su trabajo científico le permitió predecir las propiedades químicas y físicas de varios elementos que aún no se habían descubierto. Además, con su tabla periódica, fue posible observar tendencias regulares o variaciones de las propiedades que siguen cierto orden o periodicidad (figura 2.39).

Identifica a los personajes de la segunda revolución de la Química que hicieron importantes aportaciones a esta ciencia.

#### Equipo

1. Elaboren una línea del tiempo en la que incluyan a todos los personajes que fueron relevantes para establecer la diferencia entre masa atómica y molecular, y aquellos que propusieron métodos para organizar los elementos. Consideren a John Dalton, Amadeo Avogadro, Johann Döbereiner, August Kekulé, Stanislao Cannizzaro, John A. R. Newlands y Dimitri I. Mendeleiev.

#### Grupo

2. Investiguen qué sucesos históricos importantes sucedían a la par del desarrollo de la Química en esa época e indíquenlos en la línea del tiempo.  
3. Compáren su línea del tiempo con las de otros equipos y verifiquenla con ayuda de su maestro.

### El largo y sinuoso camino de la ciencia

La ciencia es una actividad colectiva e histórica. Los avances de una época se apoyan en los conocimientos de la época anterior. Además, es una actividad que requiere una labor de análisis y de sistematización muy rigurosos, como el que realizó Cannizzaro para determinar con precisión las masas atómicas. Otro ejemplo de cómo funciona la ciencia es el trabajo de Mendeleiev. El éxito y la trascendencia de sus investigaciones se basan en la manera en que organizó y sistematizó toda la información que se tenía respecto a los elementos conocidos en su época. Recopiló y registró esa información en tarjetas separadas y detectó un patrón en las propiedades cuando acomodaba las tarjetas en orden creciente de su masa atómica. Mendeleiev y Cannizzaro son dos grandes ejemplos de cómo se desarrolla la ciencia; su esfuerzo generó la segunda revolución de la Química.

#### Te recomendamos

Conocer algunos detalles de la vida de Mendeleiev en el artículo de Garritz, Andoní, “El papel de una madre Mendeleiev, muerto hace cien años” en *Educación Química*, núm. 18, 2007, disponible en <http://educics.mx/4cQ> (Consulta: 17 de junio de 2016).

Analiza las propiedades de elementos y ordénalos en la tabla de Mendeleiev.

#### Individual

1. En la siguiente tabla se muestra un fragmento de la tabla periódica de Mendeleiev. Con las propiedades de los elementos que se describen a continuación, asigna el lugar que le corresponde a cada elemento.

Grupo/ Período	I	II	III	IV	V
1	H = 1				
2		Be = 9.4	B = 11		N = 14
3	Na = 23		Al = 27.3	Si = 28	P = 31
4	K = 39	Ca = 40	? = 44		
5		Zn = 65	? = 68	? = 72	As = 75
6	Rb = 85	Sr = 87	Y = 88	Zr = 90	Nb = 94
7	Ag = 108	Cd = 112	In = 113	Sn = 118	Sb = 122

- Carbono (C). Es un sólido, tiene masa atómica de 12, densidad de 2.2 g/mL y reacciona con el oxígeno.
- Cobre (Cu). Es un sólido, tiene masa atómica de 63, densidad de 8.96 g/mL y reacciona con el oxígeno.
- Litio (Li). Es un sólido, tiene una masa atómica de 7, densidad de 0.98 g/mL y reacciona con el oxígeno.
- Magnesio (Mg). Es un sólido, tiene una masa atómica de 24, densidad de 1.7 g/mL y reacciona con el oxígeno.

2. Responde.

- ¿Qué propiedad usaste para asignar la ubicación de cada elemento en la tabla de Mendeleiev? ¿En qué propiedad se basó Mendeleiev para organizar los elementos?
- ¿Organizarías los elementos según su estado de agregación? ¿Por qué?
- Mendeleiev predijo la existencia de tres elementos que tendrían masas de 44, 68 y 72. Investiga en la tabla periódica el nombre del elemento que se encuentra entre el calcio y el titanio, y el que se encuentra entre el arsénico y el cinc.
  - ¿Cuáles son sus símbolos?, ¿cuáles sus masas atómicas?, ¿las predicciones de Mendeleiev fueron acertadas?, ¿por qué?

3. Investiga el nombre de revistas de divulgación científica editadas por universidades y verifica si es posible consultarlas en forma gratuita en internet. Si tienes oportunidad, consúltalas periódicamente en la biblioteca de tu escuela.

- ¿Piensas que es importante contar con medios que permitan difundir el conocimiento científico? Explica tu respuesta.
- ¿Qué medios permiten la comunicación de ideas científicas a un mayor número de personas?
- ¿Cuál fue la relevancia del congreso celebrado en Karlsruhe en 1860? ¿En qué forma Stanislao Cannizzaro difundió el producto de su trabajo científico en ese congreso?

#### PRACTICA

1. ¿Quién organizó los elementos de acuerdo con su masa atómica y periodicidad de sus propiedades y, además, predijo las propiedades de otros que aún no se descubrían?
- a) Stanislao Cannizzaro.                       b) Johann Döbereiner.
- c) Dimitri Mendeleiev.                         d) August Kekulé.

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

### Inicio

En la secuencia anterior se mostraron los acontecimientos que condujeron a la creación de la tabla periódica de los elementos y cuál fue la importancia de lo que se denominó segunda revolución de la Química. Ahora aprenderás qué información proporciona la tabla periódica y cómo se utiliza.



**2.40** Henry Moseley (1887-1915) murió a los 27 años, durante la Primera Guerra Mundial, mientras formaba parte del ejército inglés.

En la tabla periódica de Dimitri Mendeleiev, los elementos se acomodaron en hileras horizontales de acuerdo con el orden creciente en su masa atómica y en columnas por la similitud en sus propiedades. Esta organización de los elementos permitió predecir las propiedades de elementos que aún no se había descubierto y también se hizo patente que las propiedades variaban con cierta regularidad conforme aumentaba la masa atómica. Sin embargo, en años posteriores se descubriría que esa variación de propiedades no se debía a la masa atómica, sino al número atómico, como analizaremos más adelante.

En 1913, el físico inglés Henry Moseley (figura 2.40) experimentó con sólidos de diferentes elementos a los que bombardeó con rayos catódicos para generar rayos X. Después de analizar los resultados afirmó que en el átomo existe una cantidad fundamental que hace posible diferenciar a un elemento de otro: el número atómico. En la actualidad los elementos se organizan en la tabla periódica de acuerdo con esta propiedad. Como revisaste antes, el número atómico ( $Z$ ) es el número de protones que tiene el núcleo de un átomo y además el número del lugar que ocupa en la tabla periódica. En esta secuencia aprenderás a identificar la información que recopila la tabla periódica de los elementos y cómo se organizan éstos conforme varía su número atómico.

Compara elementos con base en sus propiedades para fabricar una prótesis de uso médico.

La empresa *MedAcer*, dedicada a diseñar, fabricar y distribuir implantes médicos, busca nuevos materiales. Los implantes son dispositivos médicos hechos para reemplazar o reparar ciertas partes del cuerpo humano que han sido dañadas por enfermedad o accidente, e incluso pueden llegar a sustituir algunos huesos. Estos dispositivos pueden elaborarse con diferentes tipos de materiales, siempre que cumplan con ciertas características. Una propiedad muy importante que deben poseer es que no tengan capacidad para interactuar con el agua, pues la mayor parte del cuerpo humano la contiene y algunos materiales pueden perder sus propiedades debido a esta interacción.

- Individual** 1. Analiza las propiedades de los elementos que se muestran en la tabla 2.21 y evalúa el adecuado para fabricar una prótesis de hueso, sin olvidar que no debe interactuar con el agua.

Elemento	Propiedades físicas	Interacción con el agua para formar nuevas sustancias
Calcio	Sólido, muy maleable, dúctil y puede formar aleaciones con otros metales.	Muy alta
Hierro	Sólido, muy maleable, dúctil y puede formar aleaciones con otros metales.	Muy alta
Kriptón	Gas, no es maleable ni dúctil y no se mezcla con otros metales.	Nula
Titanio	Sólido, maleable, dúctil y puede formar aleaciones con otros metales.	Muy baja
Bromo	Líquido, se evapora fácilmente, no es maleable ni dúctil y puede formar compuestos con otros metales.	Muy alta

2. Responde.
- ¿Con qué elemento fabricarías la prótesis? ¿Qué características consideraste para elegirlo?
  - ¿Por qué no es conveniente elegir al kriptón, a pesar de que no interacciona con el agua? ¿Qué características poseen los huesos?
  - De la tabla, ¿cuáles elementos son metales?, ¿qué propiedades los caracterizan?
3. Investiga el número de protones de los elementos de la tabla anterior, acomódalos en orden creciente y contesta.
- ¿Cuál es el elemento con menor número atómico?
  - Compara las propiedades de los elementos con mayor y menor número atómico. ¿Tienen semejanzas? ¿En qué difieren?
  - ¿Consideras que existe una relación entre el número de protones y las propiedades? ¿Por qué?

## Regularidades en la tabla periódica de los elementos químicos representativos. Carácter metálico, valencia, número y masa atómica

Todos los elementos que existen en la naturaleza y algunos que se han obtenido por el ser humano se agrupan en la tabla periódica. La importancia de esta organización de los elementos es que también proporciona información acerca de su estructura interna y propiedades. Y con ello pueden detectarse algunas generalidades en las propiedades físicas y químicas.

Para entender esto consideremos la experiencia de Mendeleiev en la predicción de las propiedades físicas de algunos elementos con base en aquellos que ya eran conocidos en su época. Determinó el punto de ebullición de un elemento, que denominó "eka-silicio", al calcular el promedio de la temperatura de ebullición de los elementos que se encontraban arriba y debajo en

Es necesario conocer el contenido de esta secuencia para llevar a cabo tu proyecto 1 de este bloque.

HACIA TU PROYECTO

### Desarrollo

14  
**Si**  
Silicio  
= 3 540 K

32  
**Ge**  
Germanio  
Promedio =  
(3 540 K +  
2 876 K) / 2 =  
3 208 K

50  
**Sn**  
Estaño  
= 2 876 K

2.41 Quince años después de que Mendeleiev describiera propiedades de elementos aún desconocidos, éstos fueron descubiertos y coincidían con lo que él predijo.



2.42 El uranio pertenece a la serie de los actínidos y se usa para obtener energía eléctrica a partir de energía nuclear.

el orden que estableció. De esta forma predijo que el punto de ebullición de un elemento que habría de ubicarse entre el silicio (Si) y el estaño (Sn) debía ser 3 208 K (figura 2.41). En 1866 se identificó dicho elemento y lo nombraron germanio (Ge). Desde entonces, se sabe que el punto de ebullición del germanio es de 3 107 K, y es un valor que se acerca mucho al que predijo Mendeleiev.

En la tabla periódica cada elemento químico se representa dentro de un recuadro, en el que aparecen los siguientes datos: el símbolo químico, el número atómico y la masa atómica. Ya en los recuadros, los elementos se ubican en columnas y filas o hileras. A las columnas se les conoce comúnmente como **grupos**, y los elementos de un mismo grupo tienen propiedades similares; las filas se llaman **periodos**. En la tabla periódica hay 18 grupos que, según la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (IUPAC), se numeran del uno al 18, de izquierda a derecha. Los periodos son siete y varían en longitud. El primer periodo es el más corto porque contiene sólo dos elementos: hidrógeno y helio. Los dos periodos siguientes tienen ocho elementos y los periodos 4 y 5 presentan 18. El periodo 6 contiene 32 elementos y el último periodo se completó en 2016, después de la obtención de nuevos elementos en el laboratorio en años anteriores. Por debajo de este bloque de elementos se observan dos filas horizontales que contienen 15 elementos, que pertenecen a los periodos 6 y 7, la primera fila se conoce como la serie de los lantánidos y la fila siguiente como la serie de los actínidos (figura 2.42).

Los lantánidos toman el nombre del lantano (La), primer elemento de esa fila; por su parte, la serie de los actínidos toman su nombre del actinio (Ac). Cabe mencionar que, de acuerdo con el número atómico que presentan, los lantánidos deberían localizarse inmediatamente después del bario y los actínidos del radio; sin embargo, como verás, esto no ocurre. El hecho de que se coloquen apartados del resto se debe a que poseen propiedades químicas muy características y a una cuestión básica de espacio en la visualización de la tabla.

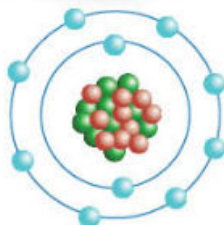
Los grupos de la tabla periódica pueden clasificarse en dos conjuntos; grupos de elementos representativos y de transición. Los **elementos representativos** pertenecen a los grupos: 1, 2 y 13 al 18. Mientras que los **elementos de transición** se ubican en los grupos 3 al 12 (figura 2.43, página 123). A los lantánidos y los actínidos también se les considera elementos de transición. Los elementos representativos y algunos de transición son los más abundantes en nuestro planeta.

Como se describió antes, a pesar de que los átomos de los elementos suelen tener el mismo tipo de partículas —protones, neutrones y electrones—, sólo el número de protones o número atómico permite caracterizar al átomo de un elemento, es decir, esta propiedad es diferente para cada uno. En la tabla periódica se ordenan según su **número atómico (Z)** y este valor incrementa de izquierda a derecha a lo largo de un periodo y de arriba hacia abajo a lo largo de un grupo. Esto es importante porque el número atómico no sólo denota el número de protones de los átomos de los elementos, sino que también conocer el número total de electrones que poseen dichos átomos.

Recuerda que, como analizamos antes, al describir el modelo atómico de Bohr, los electrones se hospedaban en órbitas o capas alrededor del núcleo, pero esas órbitas sólo pueden alojar un número determinado de electrones; por lo que, conforme aumenta el número de electrones, se incrementa el número de órbitas ocupadas. El tamaño de un átomo se delimita por la región en la que se mueven los electrones; entonces, al aumentar el número atómico y el número de electrones, también crece el tamaño de un átomo.



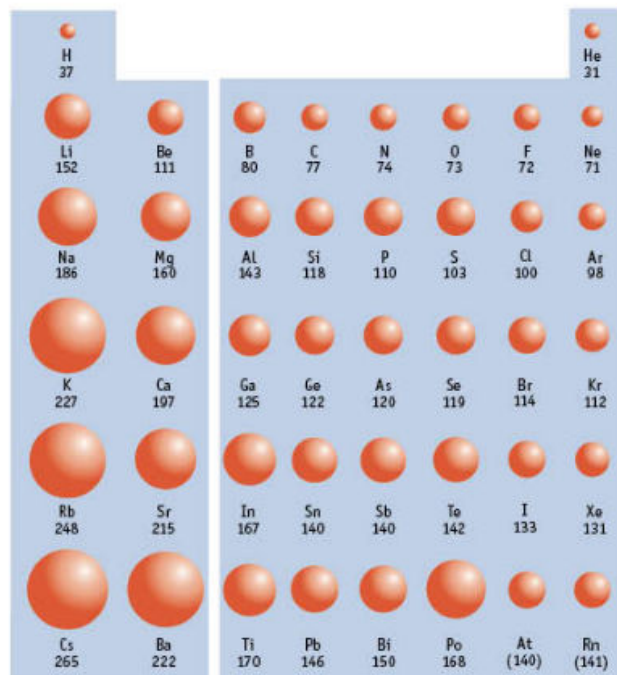
2.43 Tabla periódica de los elementos.



2.44 Modelo del átomo de neón.

Esta tendencia se cumple en los grupos de los elementos representativos. Por ejemplo, en el grupo 1, los átomos más grandes son los de mayor número atómico: cesio (Cs) y rubidio (Rb).

Por el contrario, a lo largo de los periodos, en los elementos representativos se observa una disminución en el tamaño del átomo. Así, en el periodo 2 el átomo más pequeño es el neón (Ne), a pesar de que tiene el mayor número de protones y electrones. En el caso de los elementos representativos, ¿a qué se debe que el tamaño a lo largo de los periodos disminuya? Esto ocurre porque un átomo con un mayor número atómico tiene también más cargas positivas concentradas en el núcleo del átomo, lo que repercute en que el núcleo atraiga con más fuerza a los electrones y así disminuya su tamaño (figura 2.44).



2.45 Radios atómicos de los elementos representativos.

El **radio atómico** es una medida del tamaño de un átomo, y se define como la mitad de la distancia que existe entre dos átomos contiguos. En la figura 2.45 se muestran los valores de los radios atómicos de los elementos representativos y se esquematiza su tamaño mediante esferas de diferentes tamaños.

En la tabla periódica también se muestra la variación de la masa atómica de los elementos. De manera general, esta propiedad aumenta conforme se incrementa el número atómico, por eso la organización de los elementos en la tabla de Mendeleiev es muy similar a la actual.

Sin embargo, también existen algunas excepciones a esa tendencia; analicemos al potasio (K) y el argón (Ar). El argón tiene  $Z = 18$  y  $A = 39.9$ , mientras que el potasio  $Z = 19$  y  $A = 39$ ; a pesar de que el número atómico del potasio es mayor, su masa atómica es menor que la del argón.



2.46 Este compuesto es un gas que se libera hacia la atmósfera al quemar derivados del petróleo y, de manera natural, lo producen los volcanes durante las erupciones.

El valor de **masa atómica** se determina con el promedio de la masa de los diferentes isótopos de ese elemento, aunque se considera la abundancia de éstos en la naturaleza. En el caso del potasio, los isótopos más abundantes son  $^{39}\text{K}$  (93.3%),  $^{40}\text{K}$  (0.0117%), y  $^{41}\text{K}$  (6.7%); el superíndice indica el número de masa ( $A$ ) y los porcentajes entre paréntesis la abundancia de cada uno.

Con la tabla periódica también es posible saber la **valencia** de los átomos. Esta propiedad se refiere al número de enlaces químicos que pueden formar los átomos cuando se combinan con otros para formar moléculas (figura 2.46). Los elementos de un mismo grupo tienen una valencia máxima que es igual para todos. Ya estudiaste que estos electrones ocupan la última órbita y que es posible esquematizar los electrones de valencia mediante las estructuras de Lewis. Los elementos representativos en un mismo grupo tienen el mismo número de electrones en la última capa de valencia y por ello presentan la misma estructura de Lewis.

Los átomos de los grupos 1, 2, 13, 14, 15, 16, 17 y 18 tienen un número de valencia igual a 1, 2, 3, 4, 3, 2, 1 y 0, respectivamente. Lo anterior significa que un átomo con valencia igual a 1 sólo puede formar un enlace químico; si tiene una valencia de 2, puede formar dos enlaces químicos y así sucesivamente. Cabe señalar que la valencia de los gases nobles es igual a cero debido a que sus átomos no forman enlaces químicos porque sus capas de valencia están llenas. Es importante resaltar que la valencia en los elementos de los grupos 15 y 16 puede variar al formar algunos compuestos.

Te recomendamos

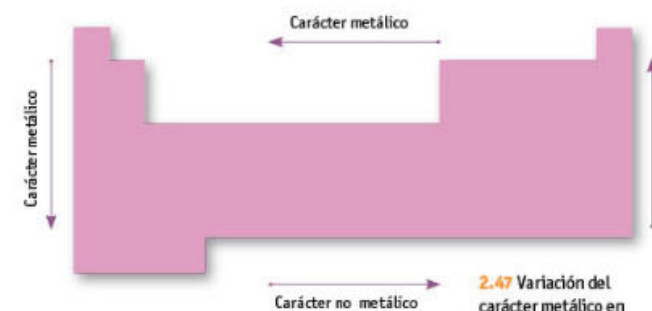
Revisar la biografía de Mendeleiev en <http://edutics.mx/4cQ> (Consulta: 24 de enero de 2017).

Ya se describieron las propiedades físicas de los metales, no metales y metaloides. En la tabla periódica además de que se ubican en lugares específicos, también puede consultarse la variación del **carácter metálico** de los elementos, que se define como la capacidad de los átomos para perder fácilmente electrones y formar cationes cuando interactúan con átomos que son capaces de arrancarlos. Los elementos con alto carácter metálico son los que forman cationes de manera fácil por sus propiedades físicas.

El carácter metálico aumenta a lo largo de un grupo conforme aumenta el número atómico,  $Z$ , de arriba hacia abajo. En un periodo, el carácter metálico disminuye de izquierda a derecha, o conforme aumenta el número atómico. De este modo los elementos con mayor carácter metálico son los del grupo 1 y 2. Cuando los metales de estos grupos interactúan con elementos como flúor, cloro, yodo o bromo, pueden formar los cationes que se observan en la tabla 2.22. Los elementos con menor carácter metálico se ubican en el extremo derecho de la tabla periódica y coinciden con los elementos no metálicos, es decir, aquellos que no tienen las propiedades de un metal (figura 2.47).

Tabla 2.22  
Diversos cationes

Elemento	Catión
Li	$\text{Li}^+$
Mg	$\text{Mg}^{2+}$
K	$\text{K}^+$
Ca	$\text{Ca}^{2+}$
Cs	$\text{Cs}^+$



2.47 Variación del carácter metálico en la tabla periódica.

Identifica el número atómico, la masa atómica, la valencia y predice el carácter metálico de algunos elementos representativos.

Individual 1. Usa tu tabla periódica para completar la información que falta.

Tabla 2.23 Propiedades de algunos elementos

Elemento	Z	A	Valencia	¿Puede formar iones con carga positiva o cationes?	¿Posee carácter metálico?
Helio				No	
	11			Sí	
		12.01		No	
Litio		35.5		Sí	
	14			No	
		40		Sí	
	13			Sí	

2. Analiza y responde lo siguiente.
- ¿Qué elementos de la tabla 2.24 pertenecen a un mismo grupo?
  - ¿Qué características presentan los elementos de un mismo grupo?
  - ¿Qué átomo es más grande: el litio (Li) o el potasio (K)?
  - ¿Qué elementos de la tabla 2.24 pertenecen al mismo periodo?
  - Entre el silicio (Si) y el cloro (Cl), ¿cuál tiene el menor radio atómico? ¿Por qué?
3. Completa la tabla 2.24 al predecir el número de electrones de valencia de los elementos o, bien, sugiere alguno que pertenezca al grupo o tenga esos electrones.

Grupo		13		17			
Elemento	Na		0			N	Mg
Electrones de valencia					4		5

4. A continuación se registran los puntos de ebullición (en escala Kelvin) de los elementos de los periodos 2 y 3. Construye una gráfica de puntos para el punto de ebullición de los elementos como función del número atómico Z.

Elemento	Número atómico	Temperatura de ebullición	Elemento	Número atómico	Temperatura de ebullición
Litio	3	1620	Sodio	11	1156
Berilio	4	3243	Magnesio	12	1363
Boro	5	3931	Aluminio	13	2740
Carbono	6	5100	Silicio	14	2628
Nitrógeno	7	77.4	Fósforo	15	553
Oxígeno	8	90.2	Azufre	16	717.8
Flúor	9	85	Cloro	17	239.2
Neón	10	27.1	Argón	18	87.3

5. Analiza la gráfica y responde lo siguiente.
- ¿Cómo varía el punto de ebullición de los elementos al incrementar los protones?
  - ¿Detectas algún comportamiento regular o que se repita periódicamente en tu gráfica a medida que aumenta el número atómico? ¿Consideras que es importante la organización de los elementos químicos de acuerdo con esta propiedad? ¿Por qué?
  - ¿Qué elementos tienen el punto de ebullición más alto? Ubica dos e identifícalos en la tabla periódica. ¿Qué tienen en común?, ¿pertenecen al mismo periodo?, ¿tienen carácter metálico?
  - ¿Qué elementos tienen los puntos de ebullición más bajos? Al ubicarlos en la tabla periódica, ¿qué tienen en común?, ¿pertenecen al mismo periodo?, ¿tienen carácter metálico?

## Importancia de los elementos químicos para los seres vivos

En la tabla periódica es posible reconocer más de 100 elementos, de los cuales sólo 25 forman parte de los seres vivos. Éstos se conocen como **bioelementos** y según la proporción en que se encuentran en los seres vivos pueden clasificarse de la siguiente forma.

- **Bioelementos principales:** aquellos que se encuentran en 96% de la materia viva; entre ellos están el oxígeno, carbono, hidrógeno, nitrógeno, fósforo y azufre.
- **Bioelementos secundarios:** aquellos que están en una proporción de 3.9% en la materia viva, como calcio, sodio, potasio, cloro, yodo, hierro y magnesio.

En general, los elementos que se encuentran en una proporción menor a 2% se denominan oligoelementos.

En la tabla 2.26 se muestra la cantidad de átomos de bioelementos que tienes en tu cuerpo y que cumplen diversas funciones en los seres vivos; las más importantes son estructurales, catalíticas y osmóticas. Un elemento tiene función estructural cuando integra diversos tejidos, como los que forman los huesos, la piel o los órganos. Algunos de estos elementos son carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno, fósforo, azufre y calcio.

Los bioelementos con funciones catalíticas son los que modifican la rapidez con la que ocurren los procesos químicos en el organismo, como hierro, cinc, yodo y cobalto. Por último, están los que cumplen las funciones osmóticas, es decir, participan en el fenómeno de la ósmosis, proceso que regula la distribución de agua en el interior y en el exterior de las células. Los elementos implicados son sodio, potasio y cloro, en forma de sus respectivos iones.

Muchos bioelementos se encuentran formando moléculas, algunas son muy sencillas, pero indispensables para el buen funcionamiento de los organismos; por ejemplo, agua ( $H_2O$ ), oxígeno ( $O_2$ ), dióxido de carbono ( $CO_2$ ) y nitrógeno ( $N_2$ ). El agua representa 65% de la masa de un ser humano en la edad adulta. El oxígeno molecular es esencial tanto en la respiración de los animales como de los seres humanos. En cambio, el dióxido de carbono es la materia prima que las plantas usan para elaborar sus alimentos.

El nitrógeno, en forma de molécula, es el componente mayoritario en la atmósfera. También es componente del amoníaco ( $NH_3$ ) que, junto con el agua, permiten el crecimiento de las plantas. Para ello, el nitrógeno atmosférico debe transformarse en amoníaco (figura 2.48). De esto son responsables unas bacterias del género *Rhizobium*, que al infectar las raíces de algunas plantas hacen que desarrollen nódulos capaces de llevar a cabo esa transformación.

Elemento		Número de átomos/100 millones	g/100 g
Carbono	C	10 millones	18.5
Hidrógeno	H	61 millones	9.5
Oxígeno	O	26 millones	65.0
Nitrógeno	N	1.5 millones	3.3
Calcio	Ca	243 000	1.5
Fósforo	P	210 000	1.0
Potasio	K	67 000	0.4
Azufre	S	61 000	0.3
Sodio	Na	57 000	0.2
Cloro	Cl	37 000	0.2
Magnesio	Mg	27 000	0.1



2.48 Las algas también pueden inducir al nitrógeno del aire a reaccionar para transformarse en amoníaco gaseoso.

### Interdisciplina

Revisa en tu libro de Ciencias 1. Biología, el tema de la nutrición como base para la salud y la vida, así como la importancia de la nutrición para la salud.



**Glosario**

**Artrópodo:** animal invertebrado con un esqueleto externo y apéndices articulados.

**2.49** La libélula es un artrópodo que tiene un esqueleto cubierto por una cutícula formada por un carbohidrato conocido como quitina. Ésta también se encuentra en la pared celular de los hongos.



**2.50** El oso polar y otros animales que habitan en ecosistemas fríos poseen capas importantes de grasa en sus tejidos para mantener su temperatura corporal.



**2.51** La miocina es una proteína que interviene en la contracción muscular.

**Salud IT**

Además, los bioelementos pueden formar parte de moléculas más complejas que se producen en los seres vivos y se conocen como **biomoléculas**; entre ellas se encuentran los carbohidratos, los lípidos, las proteínas y los ácidos nucleicos. Los carbohidratos cumplen funciones que van desde proporcionar energía, almacenarla, formar parte de la estructura de las membranas y paredes celulares (figura 2.49) hasta formar parte del ácido desoxirribonucleico (ADN). Las moléculas de carbohidratos contienen carbono, hidrógeno y oxígeno.

Los lípidos o grasas participan en un gran número de funciones, como la formación de las membranas celulares de varios organismos y tejidos, y regulan la temperatura porque conducen la energía térmica en forma deficiente. Constituyen una fuente de energía a largo plazo para los seres vivos, pues se almacenan en el cuerpo y forman el tejido adiposo (figura 2.50). Los lípidos son sustancias que difícilmente se disuelven en agua y contienen carbono, hidrógeno y oxígeno.

Las proteínas están constituidas esencialmente por carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno; sin embargo, muchas también contienen azufre, fósforo, hierro, cinc, cobre y molibdeno (figura 2.51).

En la tabla 2.27 se muestran algunos ejemplos de proteínas de acuerdo con la función que desempeñan en los seres vivos.

Tipo de función	Proteína	Función
Estructural	Colágeno	Forma parte de piel y huesos.
Catalizadora	Pepsina	Interviene en la degradación de alimentos.
Transporte	Hemoglobina	Lleva oxígeno a través de la sangre.
Reguladora	Encefalina	Regula el dolor.
Defensa	Anticuerpos	Protege al organismo de bacterias, virus o parásitos.

Los ácidos nucleicos son el ácido ribonucleico (ARN) y el ácido desoxirribonucleico (ADN). Estas dos sustancias desempeñan la función más importante para la vida, ya que contienen, de manera codificada, el material genético con las instrucciones necesarias para el desarrollo y funcionamiento de las células. Están constituidas por carbono (C), hidrógeno (H), oxígeno (O), nitrógeno (N) y fósforo (P).

Por medio de la alimentación correcta el ser humano ingiere los nutrientes necesarios para la construcción de las biomoléculas y provee a su cuerpo de los oligoelementos que requiere. Seguramente en tu curso de Ciencias 1, revisaste por qué es necesario llevar una alimentación correcta que incluya los diferentes tipos de nutrimentos que proporcionen la energía necesaria para realizar las actividades cotidianas y que permitan el buen funcionamiento del cuerpo.

**Cierre**

**A**

Diseña una presentación para relacionar la abundancia de algunos elementos con los seres vivos y describe algunas características de los elementos según su ubicación en la tabla periódica.

**Equipo**

- Organícense en seis equipos; a cada equipo su maestro le asignará uno de los siguientes elementos: carbono, hidrógeno, nitrógeno, fósforo y azufre.
- Elaboren una presentación electrónica ilustrada o un cartel que contenga la siguiente información del elemento.
  - Ubicación en la tabla periódica.
  - Características según su posición en la tabla periódica (número y masa atómica, valencia y carácter metálico).
  - El porcentaje del elemento que está presente en el cuerpo humano.
  - Alimentos básicos para obtener el elemento.
  - Funciones que se afectarían si hubiera carencia del elemento en nuestro organismo.

**Grupo**

- Expongan su presentación electrónica o ilustrada.

**PRACTICA**

**P**

- De las siguientes propiedades, ¿cuál se obtiene al considerar todos los isótopos de un elemento?
 

<input type="radio"/> a) La masa atómica.	<input type="radio"/> b) El número total de electrones.
<input type="radio"/> c) El número atómico.	<input type="radio"/> d) El número de electrones de valencia.
- ¿Qué características tienen en común el carbono, el silicio y el germanio?
  - El mismo número de protones.
  - Se ubican en el mismo periodo en la tabla periódica.
  - La misma cantidad de electrones de valencia.
  - Son metales.
- De las siguientes opciones, tres son características de los elementos del grupo 18, ¿cuál no lo es?
  - La mayoría presenta ocho electrones en su última capa.
  - Son muy reactivos.
  - Son gases a temperatura ambiente.
  - El tamaño de sus átomos aumenta de arriba hacia abajo en el grupo.
- Los elementos químicos que se encuentran en mayor proporción en los seres vivos son:
  - Litio (Li), Flúor (F), Silicio (Si), Azufre (S).
  - Carbono (C), Hidrógeno (H), Oxígeno (O), Nitrógeno (N).
  - Carbono (C), Hidrógeno (H), Azufre (S), Hierro (Fe).
  - Carbono (C), Oxígeno (O), Hierro (Fe), Mercurio (Hg).

## Enlace químico

### Inicio

En las secuencias anteriores aprendiste que los enlaces químicos se forman mediante los electrones de valencia de los átomos y que estas uniones son muy importantes porque permiten la síntesis de nuevas sustancias.

También revisaste algunas propiedades de los elementos en la tabla periódica, como el número atómico, la masa atómica, el carácter metálico y la valencia. En esta secuencia retomaremos estas dos últimas, debido a que se relacionan con el enlace químico.

Representar estructuras de Lewis de partículas y de sustancias para identificar si comparten o transfieren electrones en su enlace.

#### Individual

- Contesta en tu cuaderno.
  - ¿Qué es un catión?
  - ¿Qué es un anión?
  - Explica qué es el carácter metálico de un átomo.
  - Entre el sodio y el cloro, ¿cuál átomo presenta mayor carácter metálico?
- Completa la tabla 2.28 con la estructura de Lewis de cada partícula y clasifica el elemento en metal o no metal.

Tabla 2.28 Estructura de Lewis de algunas partículas

Partícula	Estructura de Lewis	¿Metal o no metal?
Na <sup>+</sup>		
F <sup>-</sup>		
C		
H		
O		
N		
Mg <sup>2+</sup>		
Cl <sup>-</sup>		

- Ahora completa la tabla 2.29 con la estructura de Lewis de las sustancias y clasifica de acuerdo con el tipo de enlace que forman, es decir, si transfieren o comparten sus electrones.
- Considera la información de las tablas y contesta.
  - ¿Cómo se llama el enlace que se forma al unirse un átomo metálico con un átomo no metálico?

Tabla 2.29 Estructura de Lewis de algunas sustancias

Sustancia	Estructura de Lewis	¿Transfiere o comparte electrones?
NaF		
Cl <sub>2</sub>		
NaCl		
NH <sub>3</sub>		
CH <sub>4</sub>		

- ¿Cómo se llama el enlace que se forma al unir dos átomos no metálicos?
- ¿Qué estado de agregación tiene la sal común (NaCl)? ¿A qué consideras que se debe ese estado de agregación?

## Modelos de enlace: covalente e iónico

El origen de las fuerzas que mantienen unidos a los átomos es de tipo electrostático y las partículas involucradas en estas interacciones son los electrones (cargas negativas) y los núcleos (cargas positivas). Esta fuerza en la unión es resultado de la compartición o la transferencia de electrones entre los átomos implicados.

Así como existen modelos que explican la estructura interna de un átomo, también hay otros que explican la unión química entre los átomos, como el modelo de enlace iónico y el de enlace covalente.

### El enlace iónico

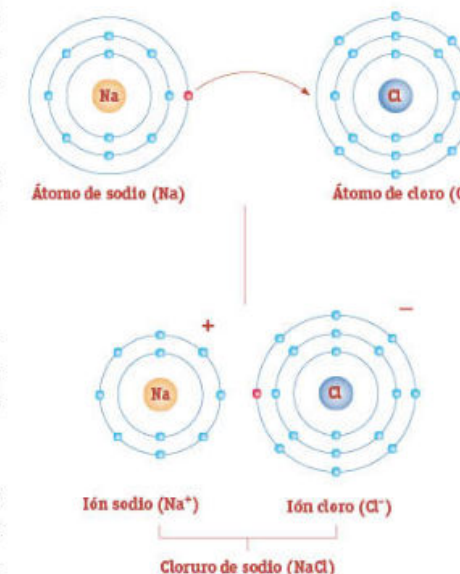
El modelo de enlace iónico se forma con la transferencia de electrones. De acuerdo con este modelo, un **enlace iónico** es la unión de dos iones de carga opuesta que se han obtenido a partir de dos átomos que han ganado y/o perdido electrones.

El carácter metálico es la propiedad que determina cuál átomo pierde y cuál gana los electrones. De este modo, los átomos de los elementos con mayor carácter metálico tienden a perder sus electrones, mientras que los átomos de elementos que no poseen un carácter metálico importante tienden a ganar electrones. Las sustancias que se producen con este enlace se denominan **compuestos iónicos** y, en general, se forman por la transferencia de electrones entre un átomo de un elemento metálico y un átomo de un elemento no metálico. Por ejemplo, el cloruro de sodio o sal común (NaCl) es un compuesto iónico formado por un átomo de un elemento metálico (el sodio) y un átomo de un elemento no metálico (el cloro).

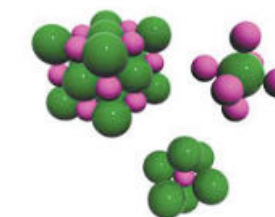
Observa la figura 2.52, se representa el cloruro de sodio según el modelo de Bohr. Verás que el átomo de sodio transfiere su electrón de valencia al cloro. Como consecuencia de la transferencia de electrones, se forman dos iones de carga opuesta: el catión Na<sup>+</sup> y el anión Cl<sup>-</sup>.

Sin embargo, en la naturaleza el par de iones formado por el Na<sup>+</sup> y el Cl<sup>-</sup> no se encuentran aislados, sino en arreglos que se repiten regularmente en tres dimensiones denominadas **redes iónicas**. En estos arreglos, cada ión está rodeado por iones de carga opuesta. Así, cada ión sodio (Na<sup>+</sup>) está rodeado de seis iones de cloruro (Cl<sup>-</sup>) que se acomodan adelante, atrás, arriba, abajo, a su derecha y a su izquierda (figura 2.53). Exactamente del mismo modo, cada cloruro está rodeado de seis iones sodio. La fuerza electrostática entre estos iones permite la formación de las redes iónicas.

### Desarrollo



2.52 Representación de la formación del cloruro de sodio con base en el modelo de Bohr.



2.53 El cloruro de sodio tiene una estructura cristalina ordenada por los iones que lo integran.

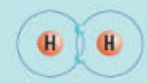
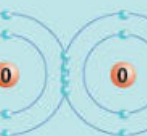
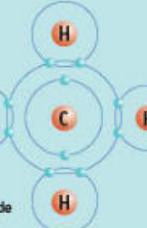
#### Te recomendamos

Representar el enlace iónico en una actividad interactiva en <http://educics.mx/ZyX> (Consulta: 17 de junio de 2016).

### El enlace covalente

El modelo de compartición de electrones entre dos o más átomos se denomina **enlace covalente**. Este tipo de enlace puede representarse con el modelo atómico de Bohr, el modelo de estructuras de Lewis y también mediante las fórmulas desarrolladas. A diferencia del modelo de enlace iónico, en el covalente participan sólo átomos de elementos no metálicos y no ocurre transferencia de electrones. En este caso, los átomos comparten uno o más pares de electrones para completar su última capa, y alcanzar una capa llena, como la de los átomos de los gases nobles (figura 2.54).

2.54 Moléculas de hidrógeno, oxígeno y metano.

Modelo de Bohr	Fórmula estructural	Fórmula molecular
 <p>Hidrógeno molecular</p>	H—H	H <sub>2</sub>
 <p>Oxígeno molecular</p>	O=O	O <sub>2</sub>
 <p>Molécula de metano</p>	$\begin{array}{c} \text{H} \\   \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \\   \\ \text{H} \end{array}$	CH <sub>4</sub>

Muchas de las sustancias que sólo contienen átomos de no metales en sus fórmulas químicas están formadas por un conjunto de moléculas, cada una integrada por un grupo de átomos no metálicos unidos por enlaces covalentes. En la naturaleza es posible encontrar moléculas compuestas por átomos del mismo elemento, como el cloro, el oxígeno y el nitrógeno molecular. Aunque también existen con enlaces entre átomos de elementos distintos, por ejemplo, en las moléculas de agua, de metano o de dióxido de carbono.

Cuando se forma un enlace covalente entre átomos del mismo elemento, la fuerza de atracción que cada núcleo ejerce sobre los electrones compartidos es la misma, por lo que los electrones se comparten de manera equitativa. En cambio, cuando se forma un enlace covalente entre elementos diferentes, la fuerza de atracción hacia los electrones compartidos no será igual (esto se explicará con mayor detalle en el siguiente bloque).

Identifica las propiedades de algunas sustancias y relaciónalas con su estructura atómica o molecular.

#### Hipótesis

¿Las sustancias con enlaces covalentes conducen electricidad?

#### Material

Un agitador de vidrio, 5 recipientes de vidrio de 50 mL, 4 vidrios de reloj, 1 g de cloruro de sodio, 1 trozo de alambre de cobre, 1 trozo de grafito, 20 mL de etanol, 250 mL de agua destilada, 3 trozos de cable con los extremos pelados, 1 pila de 9 volts, 1 foco pequeño, 1 enchufe (sóquet), 1 probeta graduada de 100 mL.

#### Medidas de seguridad

Manipulen con cuidado el etanol porque es muy inflamable.

#### Procedimiento

##### Equipo

- Armen un circuito eléctrico como el que usaron en la actividad de inicio de la página 104.
- Viertan 30 mL de agua en uno de los recipientes y realicen la prueba de conductividad. Registren todos los resultados en su cuaderno. Hagan lo mismo para el etanol.
- Coloquen un gramo de sal en un vidrio de reloj, junten los cristales y hagan la prueba de conducción de corriente eléctrica en estado sólido.
- Comprueben la conductividad en forma directa con el grafito y el cobre.
- Agreguen 30 mL de agua al recipiente que contiene etanol y comprueben si conduce la electricidad.
- Agreguen la sal al recipiente que sólo contiene agua; agiten y realicen la prueba.
- Repitan el paso anterior, esta vez con el cobre y el grafito. Enjuaguen y sequen con cuidado el agitador antes de usarlo con otra sustancia.

#### Análisis de resultados

- Investiguen la fórmula y el punto de fusión de cada sustancia y completen la tabla 2.30 con los resultados obtenidos.

Tabla 2.30 Resultados

Sustancia	Fórmula química	Estructura de Lewis	Tipo de enlace	Estado de agregación	¿Es conductora en estado sólido?	¿Se disuelve en agua?	¿Es conductora cuando se disuelve en agua?
Sal común							
Cobre							
Etanol							
Grafito							

- Respondan.

- ¿El agua destilada y el etanol conducen la electricidad? De acuerdo con la tabla, ¿qué propiedades tienen en común?
- ¿Qué sucedería si realizaran la prueba de conducción de corriente eléctrica con una muestra de agua de la llave? ¿Consideran que ésta conduce electricidad?
- ¿Qué sustancias conducen electricidad en estado sólido?
- ¿Qué modelo describe la unión de los átomos de cobre? ¿Cómo justificarían que el cobre conduzca electricidad en estado sólido? Tengan en cuenta lo descrito en la secuencia 10.
- ¿El cloruro de sodio en estado sólido o en disolución conduce corriente eléctrica? ¿Qué enlace presenta la sal?
- ¿El grafito conduce corriente eléctrica en estado sólido o en disolución? ¿Qué enlace tiene?
- ¿Consideran que las propiedades físicas como la conducción de corriente eléctrica, temperatura de fusión o de ebullición, solubilidad y densidad dependen del tipo de enlace de las sustancias? Expliquen su respuesta.

#### Manejo de residuos

Las disoluciones de sal en agua pueden verterse en el drenaje. Guarden el trozo de cobre y de grafito para futuros experimentos.

## Relación entre las propiedades de las sustancias con el modelo de enlace: covalente o iónico



**2.55** Al disolverse en agua, los compuestos iónicos forman disoluciones denominadas electrolitos, importantes para mantener la hidratación corporal. Las bebidas rehidratantes contienen, sobre todo, electrolitos con iones de sodio y potasio.

Es posible que en la actividad anterior notaran que las propiedades de algunas sustancias coinciden, como el agua destilada y el etanol, ya que presentan el mismo estado de agregación a temperatura ambiente, no conducen la corriente eléctrica y además son sustancias miscibles entre sí. Estas propiedades contrastan con las del cloruro de sodio, que es un sólido y sólo conduce la electricidad al disolverse en agua y con las del grafito, que conduce la electricidad y no se disuelve en agua.

¿Pero a qué se debe que algunas sustancias compartan propiedades y otras sean completamente opuestas? Las propiedades de las sustancias están determinadas por las interacciones electrostáticas entre las partículas que las forman y, de éstas, el enlace químico es la interacción más importante. Los modelos de enlace permiten describir las propiedades de un conjunto de sustancias que presentan las mismas propiedades. En general, como puedes ver en la tabla 2.31, las sustancias con enlaces iónicos son sólidos (forman cristales) con altos puntos de fusión y ebullición, y conducen la electricidad en disolución acuosa, pero no en estado sólido. Esto se debe a que, en estado líquido o en disolución, los iones tienen mayor libertad de movimiento y sólo de esta forma son capaces de conducir la corriente eléctrica (figura 2.55).

Tabla 2.31 Propiedades de compuestos iónicos

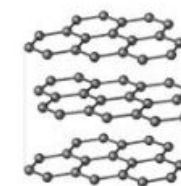
Cloruro de sodio NaCl	Óxido de magnesio MgO	Cloruro de calcio CaCl <sub>2</sub>
Sólido Punto de fusión: 800 °C Punto de ebullición: 1 465 °C Se disuelve en agua. Conduce corriente eléctrica en disolución y en estado líquido.	Sólido Punto de fusión: 2852 °C Punto de ebullición: 3 600 °C Se disuelve en agua.	Sólido Punto de fusión: 772 °C Punto de ebullición: 1 935 °C Se disuelve en agua. Conduce corriente eléctrica en disolución y en estado líquido.

Revisa la tabla 2.32 que a temperatura ambiente las sustancias con enlaces covalentes pueden ser sólidos, líquidos o gases, lo cual depende de cómo estén unidos los átomos entre sí. Si la sustancia está formada por moléculas, donde los átomos se unen por enlace covalente, en cada uno de ellos los puntos de ebullición y fusión son menores que los de los compuestos iónicos. Esto se explica debido a que el enlace iónico es de mucho mayor fuerza que las fuerzas que mantienen unidas a las moléculas entre sí. Sin embargo, esto no significa que el enlace covalente sea de menor fuerza que el enlace iónico. En la mayoría de los casos los compuestos formados por moléculas no conducen corriente eléctrica porque sus electrones de valencia están comprometidos en el enlace químico.

Tabla 2.32 Propiedades de moléculas

Glucosa C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>6</sub>	Agua H <sub>2</sub> O	Dióxido de carbono CO <sub>2</sub>
Sólido Punto de fusión: 146 °C Se disuelve en agua No conduce corriente eléctrica en disolución.	Líquido Punto de ebullición: 99.98 °C No conduce corriente eléctrica.	Gas Punto de fusión: -78 °C Punto de ebullición: -57 °C Se disuelve en agua.

Hay sustancias con enlaces covalentes que presentan propiedades particulares; entre ellas está el grafito (figura 2.56), el diamante (figura 2.57) y el sílice. Estas sustancias no están formadas por moléculas, ya que presentan arreglos en forma de redes y tienen altos puntos de fusión y ebullición. El grafito y el diamante son formas alotrópicas del carbono porque sólo se conforman por átomos de este elemento. A pesar de que los alótropos tienen la misma composición, no presentan las mismas propiedades ni el mismo arreglo de sus átomos.



**2.56** El grafito tiene un punto de fusión de 3 652 °C, es insoluble en agua y conduce la corriente eléctrica.



**2.57** El diamante tiene un punto de fusión de 3 550 °C, es insoluble en agua y no conduce corriente eléctrica. Además es un material extremadamente duro, por lo que se utiliza para fabricar herramientas para corte, lijado y pulido de materiales como el concreto.

### Cierre

Predice el enlace de las sustancias y relaciona sus propiedades con su modelo de enlace.

**Individual** 1. Completa la tabla 2.33 con los datos que se solicitan.

Tabla 2.33 Modelos de enlace de algunas sustancias					
Sustancia	¿Sus átomos son metales o no metales?	En su enlace transfiere o comparte electrones	Modelo de enlace	¿Forma moléculas o redes cristalinas?	Predicción de algunas propiedades
C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> O Etanol					
MgBr <sub>2</sub> Bromuro de magnesio					
CH <sub>4</sub> N <sub>2</sub> O Urea					
O <sub>3</sub> Ozono					
CCl <sub>4</sub> Tetracloruro de carbono					
MgCl <sub>2</sub> Cloruro de magnesio					

- Investiga las propiedades de cada sustancia y compáralas con las que muestra la tabla.
- Contesta.
  - ¿Tus predicciones fueron acertadas?
  - ¿Piensas que las propiedades de cada sustancia se relacionan con los modelos de enlace iónico y covalente?
  - ¿A qué se debe el estado de agregación del cloruro de sodio?
- Verifica tus respuestas con ayuda de tu maestro.

### PRACTICA

- El alcohol etílico es un líquido incoloro y no conduce corriente eléctrica ni siquiera al disolverlo en agua. Por tanto, se trata de una sustancia:
 

<input type="radio"/> a) Metálica.	<input type="radio"/> b) Iónica.
<input type="radio"/> c) Covalente.	<input type="radio"/> d) Polar.

## Proyecto 1



### ¿Cuáles elementos químicos son importantes para el buen funcionamiento de nuestro cuerpo?

#### Introducción

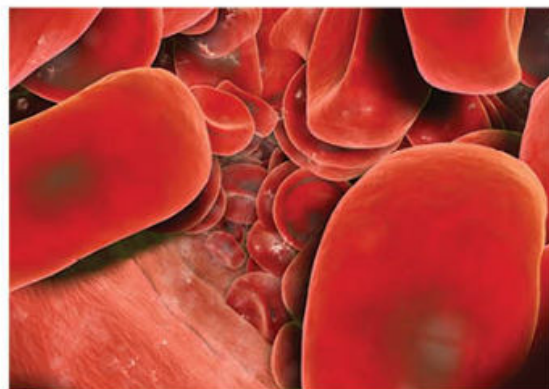
Para mantenernos saludables y que cada órgano realice sus funciones adecuadamente, es necesario que incorporemos a nuestro metabolismo algunos elementos químicos. Éstos se adquieren de diferentes maneras, por ejemplo, a partir de los alimentos que consumimos, al respirar y al beber agua; otros más están presentes en moléculas que se sintetizan dentro del organismo a partir de las reacciones químicas.

Cualquiera que sea la fuente de esos elementos es importante aclarar que no se encuentran en forma de elementos, sino como parte de compuestos, a los que se denomina **biomoléculas**. Estos compuestos están formados mayoritariamente de carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno, que por ser los elementos más abundantes en los organismos vivos se denominan **bioelementos primarios**. Otros como fósforo, calcio, sodio, potasio, cloro, magnesio y hierro se presentan en menor proporción y se conocen como **bioelementos secundarios**.

Las biomoléculas orgánicas, que conoces de tu curso de Ciencias 1. Biología, son los carbohidratos (también llamados glúcidos), lípidos o grasas, proteínas y ácidos nucleicos (como el ADN). Los carbohidratos proporcionan la energía que los organismos vivos necesitan para llevar a cabo sus funciones vitales (figura 2.58). Los lípidos, como componentes de los alimentos, son sustancias que constituyen una reserva de energía. Las proteínas son el tercer grupo de biomoléculas; entre sus múltiples actividades están ser catalizadoras (enzimas), transportadoras (hemoglobina; como la figura 2.59) y formadoras de tejidos de sostén (colágeno). Los ácidos nucleicos son el cuarto grupo de biomoléculas, y desempeñan la función más importante para la vida, porque contienen, de manera codificada, las instrucciones necesarias para el desarrollo y funcionamiento de las células.



2.58 La celulosa es un carbohidrato con funciones estructurales, que forma los tejidos de las plantas.



2.59 La hemoglobina es una proteína que contiene carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno y un ión metálico que se conoce como hierro  $2^+$ . Esta sustancia se encuentra dentro de los glóbulos rojos de la sangre y transporta el oxígeno obtenido por medio de la respiración a todas las células del cuerpo.

El agua, las sales y los gases, como el oxígeno y el dióxido de carbono, también son biocompuestos inorgánicos indispensables para la vida. Recuerda que los seres vivos están compuestos en su mayoría de agua (en el caso de los seres humanos, casi 70% del peso corporal) y que sin esta sustancia no podrían llevarse a cabo las reacciones químicas metabólicas.

Si bien los bioelementos son necesarios para que funcione adecuadamente nuestro cuerpo, sólo 25 son indispensables para que los seres vivos puedan sintetizar las sustancias que necesitan. Estos elementos se consideran esenciales, porque si no se consumen en cantidades suficientes surgen deficiencias nutricionales; si faltan, los organismos no crecen o no completan su desarrollo, y su ausencia afecta el metabolismo; además, su efecto no puede ser reemplazado por algún otro elemento. Por ello, al ser los alimentos nuestra principal fuente de biomoléculas, debemos cuidar nuestra alimentación y procurar beber suficiente agua.

#### Planteamiento del problema

Con lo que han aprendido a lo largo de este bloque ya tienen las herramientas necesarias para definir su proyecto. Para orientarlos en esa tarea respondan las siguientes preguntas:

- ¿Cómo se detecta la presencia de carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno en los sistemas vivos?
- ¿Cuál es la composición elemental de glúcidos, proteínas, lípidos y ácidos nucleicos?
- ¿De qué están compuestos el cabello, las uñas y la piel humana?
- ¿Cuál es la función del agua en el cuerpo?
- ¿Para qué sirven al organismo los iones calcio, sodio, potasio, magnesio, cloro, hierro, yodo, boro, bromo, cobre, flúor, manganeso y silicio?
- ¿Qué problemas podrían surgir si hay carencia o exceso de alguno de los bioelementos secundarios?

#### Planeación

Propongan un plan de trabajo que les permita concluir su proyecto de la mejor manera. Redacten las actividades que harán y los tiempos aproximados para cada etapa en un cronograma. Les recomendamos llevar un cuaderno para que registren todos los pasos de su proyecto.

#### Desarrollo del proyecto

Para ayudarlos a desarrollar su proyecto, les sugerimos que respondan las siguientes preguntas:

- ¿Qué técnicas existen para identificar el ión hierro en una muestra?
- ¿Por qué requerimos una dieta que contenga hierro?
- ¿Qué alimentos nos proporcionan hierro de manera natural?
- ¿Cómo determinar el calcio en un hueso o una cáscara de huevo?
- ¿Qué propiedades confiere el calcio a los huesos?
- La sacarosa, la celulosa y la pectina son polímeros formados de moléculas de glucosa, ¿en qué se diferencian estas moléculas?, ¿por qué son tan distintas sus características estructurales si están compuestas del mismo monómero?
- ¿Por qué algunos alimentos procesados están enriquecidos con hierro, cinc, vitaminas y minerales?
- ¿Consideran necesario consumir alimentos enriquecidos si se mantiene una dieta adecuada?

#### Te recomendamos

Leer el artículo de Sosa, Plinio, "Antes de Scherichia", disponible en <http://edutics.mx/ZyX> y revisa la información de bioelementos en <http://edutics.mx/4WL>. (Consultadas: 24 de enero de 2017).

**Presentación de resultados**

Utilicen el medio que les parezca más adecuado para exponer su proyecto, de manera que permita a los lectores de su trabajo entender sus objetivos, su metodología y sus resultados. Muestran tablas y gráficas, y consideren hacer una demostración experimental de determinación de elementos químicos en los alimentos. Reflexionen acerca del poder de la ciencia para ver y averiguar lo que no puede apreciarse a simple vista.

**Conclusiones**

Al redactar sus conclusiones señalen los propósitos que se plantearon al inicio del proyecto y mencionen si fue posible cumplirlos. Consideren las siguientes preguntas:

- ¿Qué elementos son indispensables para el buen funcionamiento de nuestro cuerpo? ¿Cómo pueden obtenerse?
- ¿Es necesario consumir suplementos alimenticios o alimentos enriquecidos?
- ¿Una dieta adecuada puede proporcionarnos todos los elementos que requerimos para una vida saludable?
- ¿Cuáles son las ventajas de tener conocimientos de Química para cuidar nuestra salud?

**Comunicación**

Presenten a su maestro un informe del proyecto (figura 2.60). También pueden dar a conocer su trabajo a toda la comunidad escolar por medio de un periódico mural. Es importante tener en cuenta los siguientes puntos.

- Los cuatro tipos de sustancias que conforman a los seres vivos.
- Los elementos químicos esenciales para los seres vivos.
- La abundancia de los elementos en el cuerpo humano.
- Los experimentos que efectuaron, así como sus resultados, su interpretación y sus conclusiones.



2.60 Deben explicar al grupo qué experimentos efectuaron, así como sus resultados y conclusiones.

**Evaluación**

En equipo contesten.

- ¿Están satisfechos con el desarrollo del proyecto?
- ¿Efectuaron alguna actividad experimental? ¿Qué tan complicado fue llevarla a cabo?
- ¿Qué problemas surgieron en el transcurso de su proyecto? ¿Cómo los resolvieron?

Responde de manera individual.

- ¿Qué concluyo de mi trabajo personal?
- ¿Cuáles fueron mis aciertos?
- ¿Cómo puedo mejorar?

**Proyecto 2****¿Cuáles son las implicaciones en la salud o el ambiente de algunos metales pesados?****Introducción**

Los metales son imprescindibles en nuestras vidas y continuamente los usamos en forma de utensilios y maquinaria (figura 2.61). Sin embargo, existe el problema de que la mayoría se encuentra en la naturaleza como parte de compuestos: sales (cloruro de sodio), hidróxidos (hidróxido de sodio o de potasio) y óxidos (óxido de hierro o de cobre), entre otros.

Entre de la gama de los metales encontramos aquellos que nos son familiares por su versatilidad; por ejemplo, el hierro, el cobre, el oro, la plata, el aluminio e incluso el mercurio. Otros pasan inadvertidos, porque forman parte de piezas electrónicas, maquinaria y dispositivos pequeños, y los demás son desconocidos para la mayoría de las personas, como sucede con el wolframio (también llamado tungsteno), que se encuentra en los filamentos de focos o lámparas.

El término “metal pesado” se refiere a metales que tienen una densidad igual o mayor que  $5 \text{ g/cm}^3$  en su forma elemental. En la corteza terrestre se encuentran en cantidades muy pequeñas: menos de 0.1%. Entre los metales pesados esenciales para el metabolismo de los seres humanos están el hierro (componente de la sangre), el cobalto (parte de la vitamina  $B_{12}$ ), el manganeso (para el funcionamiento del sistema nervioso) y el cinc (en el crecimiento y desarrollo del cerebro). Otros, como el cadmio (Cd), mercurio (Hg), plomo (Pb), cobre (Cu), níquel (Ni), antimonio (Sb) o el bismuto (Bi) no tienen una función biológica conocida, pero su presencia en el organismo de los seres vivos provoca serios problemas metabólicos, porque tienden a acumularse en los tejidos y cuando su concentración es alta llegan a causar la muerte. Sin embargo, no todos los metales pesados ocasionan problemas de la misma manera, pero depende de ciertas condiciones específicas, como la dosis, el tiempo de exposición y el estado de agregación en el que se encuentran, por mencionar algunas.



2.61 Los metales son materiales imprescindibles para las sociedades humanas hoy día.

Entre las fuentes que generan contaminación por metales pesados está la combustión de carbón y petróleo, que produce plomo, níquel y vanadio, entre otras sustancias. Además, hay industrias que contaminan con metales pesados, como la siderúrgica, la que fabrica baterías y la industria minero-metalúrgica.

### Planteamiento del problema

Es momento de iniciar el proyecto y poner en práctica lo que han aprendido hasta ahora. Es importante que tú y tu equipo decidan y delimiten el problema que resolverán. Recuerden que involucrarse en la tarea de realizar un proyecto tiene como finalidad que se acerquen al terreno de la investigación. Será necesario que aporten ideas para efectuar su trabajo, pero aún más que contribuyan con su curiosidad para formular preguntas, manifestar sus inquietudes y echar a volar la imaginación.

Para ayudarles a decidir el tema de su proyecto les recomendamos responder lo siguiente. Decidan de acuerdo con sus intereses.

- ¿Cuáles son los contaminantes más comunes en suelo, agua y aire?
- ¿Qué iones metálicos son benéficos para los seres vivos y cuáles son dañinos?
- ¿Qué daños a la salud ocasionan a los organismos vivos y al ambiente los metales pesados (figura 2.62)?
- ¿Cómo identifican este tipo de metales en una muestra?
- ¿Qué materiales son la fuente principal de metales pesados en el ambiente?
- ¿Por qué algunos tipos de cerámica o barro vidriados ocasionan intoxicación por plomo? ¿Cómo puede evitarse este problema?
- ¿Qué alternativas existen para tratar suelos contaminados con materiales pesados?
- En México, ¿cuáles metales pesados causan contaminación?
- ¿Qué es la biorremediación?
- ¿La biorremediación es un método eficaz para tratar suelos contaminados con metales pesados? ¿Por qué?

### Planeación

Una vez que terminaron con la investigación y definieron el problema a resolver, deben efectuar la planeación del trabajo para alcanzar los propósitos que se han planteado. Es recomendable

elaborar un cronograma para ordenar sus actividades. Les sugerimos también llevar un cuaderno en el que escriban detalladamente todo lo relacionado con su proyecto. Por ejemplo, incluyan título, propósito, observaciones previas, preguntas que hayan surgido, información recolectada, procedimientos a seguir, las sustancias, materiales y equipo que necesiten, observaciones durante y al final del experimento, resultados (cálculos y/o gráficas), preguntas sin resolver y conclusiones.

### Desarrollo del proyecto

Les sugerimos responder y reflexionar acerca de las siguientes preguntas que servirán para guiarlos en el desarrollo de su proyecto.

- ¿Qué propiedades generales tienen los metales?
- ¿Qué significa el término “dosis”?
- ¿Qué diferencia hay entre una muestra que contamina y una que es tóxica?
- ¿Qué tipo de daño causan los metales pesados en los seres vivos?
- ¿Cómo puede determinarse el daño que este tipo de metales causa en los seres vivos?
- ¿Sobre qué metal o metales pesados les gustaría investigar?
- ¿Qué alternativas existen para tratar muestras con metales pesados?
- ¿Qué medidas de seguridad deben seguirse para manipular metales pesados?
- ¿Cuál es el impacto social del uso, del desecho o de la presencia de metales pesados en el ambiente?



2.62 Las pilas o baterías que se desechan inadecuadamente son una fuente de contaminación por metales pesados, que afecta los suelos y los mantos acuíferos.

#### Te recomendamos

Conocer las consecuencias en la salud de los metales pesados en <http://edutics.mx/4PF> y <http://edutics.mx/Jn5> (Consultadas: 17 de junio de 2016).

### Presentación de resultados

Si realizaron alguna actividad experimental es importante que en su cuaderno describan todos los detalles respecto a la metodología y los materiales empleados. No olviden que una parte indispensable de sus resultados radica en que tengan un testigo con el cual comparar la muestra que trataron experimentalmente. Presenten sus resultados de manera clara. Para ello les recomendamos que redacten una introducción, mencionen los objetivos de su proyecto, hagan explícitos los materiales y métodos, presenten los resultados y sus conclusiones. De esta manera, cualquier persona podrá comprender su trabajo.

### Conclusiones

Consideren las siguientes preguntas como una guía para redactar sus conclusiones. Escriban enunciados cortos y concisos.

- ¿Qué proponen para que la población no deseche materiales que pueden dañar la salud de los seres vivos y del ambiente?
- ¿Qué alternativas identificaron como eficientes para eliminar, tratar o evitar el uso de metales pesados?
- ¿Cómo identificaron la presencia de metales pesados en su muestra?
- Si el ambiente está contaminado por metales pesados y los alimentos los absorben, ¿la población corre el riesgo de enfermarse? Expliquen.
- ¿Resolvieron el problema planteado?
- ¿Cuáles son las implicaciones para la salud y el ambiente del metal o los metales que investigaron?



### Comunicación

Elaboren un boletín para dar a conocer su proyecto a la comunidad, donde destaquen los resultados que obtuvieron. Incluyan alguna propuesta o recomendación que genere conciencia en la población para cuidar el ambiente y que explique cómo evitar la contaminación por metales pesados.

### Evaluación

Contesten en equipo.

- ¿Qué problemas encontraron como equipo al trabajar en este proyecto?
- ¿Lograron buena comunicación para resolver los problemas que surgieron?
- ¿Cuáles fueron sus aportaciones al proyecto?

Responde de manera individual.

- ¿Qué aprendiste en este proyecto?
- ¿Te sientes satisfecho con los resultados obtenidos?
- ¿Qué puedes mejorar en el próximo proyecto?

## Pregunta 1

1. Lee y luego responde.

## EL ELEMENTO CON MÚLTIPLES PERSONALIDADES

Laura Gasque Silva

El carbono es un elemento relativamente abundante en nuestro planeta; sus átomos se encuentran casi en su totalidad combinados con otros elementos, formando una gigantesca variedad de compuestos. Se piensa que la primera forma en que existió el carbono en nuestro planeta fue como dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ).

Al aparecer y proliferar los seres vivos y realizarse la fotosíntesis, aumentó la cantidad de carbono sobre la superficie de la Tierra y dentro de los océanos como constituyente de toda la materia orgánica de plantas y animales, vivos y muertos.

Se piensa que el carbono elemental opaco, ligero y quebradizo, semejante al que se utiliza en un asador, se originó en el planeta hace más de 300 millones de años, y debido a las variaciones de presión y temperatura de la Tierra durante los terremotos y erupciones volcánicas se crearon otras formas de este elemento, con diferentes grados de dureza.

La dureza de un material se determina por su capacidad de rayar a otros, y se mide en una escala arbitraria llamada de Mohs. En esta escala los materiales se ordenan del 1 al 10; el valor máximo de 10 corresponde al diamante, que no puede ser rayado por ningún otro material de origen natural, mientras que el valor de uno corresponde al talco. Los diamantes son átomos de carbono que forman una red tridimensional extraordinariamente rígida, la cual da al diamante su dureza.

El grafito es otra forma del carbono, en la que los átomos se encuentran en los vértices de hexágonos que tapizan un plano, de modo que cada átomo se encuentra unido a otros tres, como si fuera un piso formado de azulejos hexagonales; paralelo a cada plano de hexágonos, se encuentra otro idéntico.

El grafito es completamente distinto al diamante: negro, opaco y blando. Tan blando que con una ligerísima presión, los planos de átomos de carbono se deslizan unos sobre otros, por eso al contacto con nuestros dedos queda una mancha negra sobre ellos.



Gracias a esta propiedad es que podemos usar el grafito para escribir, dentro de nuestros lápices o lapiceros; al presionar sobre el papel, depositamos sobre éste capas de átomos de carbono.

El diamante y el grafito son lo que se conoce como alótropos, es decir, las distintas formas físicas en las que puede existir un elemento, ya sea en el arreglo tridimensional de sus átomos o en el número de átomos que forman sus moléculas. Las diferentes formas alotrópicas de un elemento tienen, en general, distintas propiedades físicas y químicas. Entre los elementos que tienen formas alotrópicas se encuentran, además del carbono, el oxígeno ( $\text{O}_2$ , oxígeno diatómico y  $\text{O}_3$ , ozono), el fósforo (rojo, blanco, negro) y el estaño (blanco, gris).

Además existe el carbono como simple carbón, en el que los átomos se encuentran "desordenados". Por su abundancia esta forma es la que se ha usado como combustible desde la prehistoria. Hoy en día, aproximadamente, 25% de la energía que se produce en el mundo proviene de quemar carbón, principalmente en las plantas termoeléctricas; las reservas de carbón son más del doble de las del petróleo y casi el triple de las del gas natural.

Adaptado de Gasque Silva, Laura. "El elemento con múltiples personalidades", en *¿Cómo ves?*, núm. 28, México, UNAM, 2001.

a) ¿Qué tipo de sustancias son los alótropos?

---



---

b) ¿Qué tipo de enlace presentan el diamante, grafito y carbón?, ¿qué características presenta dicho enlace?

---



---

c) ¿Cómo se explican los diferentes grados de dureza que presentan el diamante y el grafito?, ¿qué otras propiedades de estas sustancias son distintas?

---



---

d) ¿Por qué el carbono es considerado un bioelemento?

---



---

e) De acuerdo con su abundancia, ¿qué tipo de bioelemento es el carbono?, ¿qué funciones cumple este elemento en el organismo?

---



---

f) ¿En qué grupo de la tabla periódica se localiza el carbono?, ¿cuál es su valencia?

---



---

g) Dibuja la estructura de Lewis del dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ).

## Pregunta 2

1. Lee.

El Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INCC) dio a conocer que en 2006 se desecharon en México 1050 toneladas de teléfonos celulares, cantidad que se triplicó en 2010, pues se generaron 3100 toneladas, de los cuales se estima que más de 50% fue desechado en tiraderos municipales, provocando la contaminación del suelo y agua subterránea.



En la tabla periódica se señalan con anaranjado los 43 elementos que contiene un teléfono celular. El cobre, aluminio y níquel son los que se encuentran en proporciones considerables (mayor a 10%), mientras que otros, como el antimonio, cobalto, galio, plomo, paladio y rutenio, componen sólo 0.1% del total. Además, este tipo de dispositivos contienen metales preciosos, como el oro, la plata y el platino, pero en proporciones muy pequeñas.

**Elementos de la tabla periódica presentes en un teléfono celular**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
H	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	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn	Fr	Ra	Ac	Rf	Db	Sg	Eh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	Nh	Fl	Mc	Lv	Ts	Og																															

2. Contesta.

- a) ¿Qué tipo de elementos son el cobre, aluminio y níquel según su ubicación en la tabla periódica?  
\_\_\_\_\_
- b) ¿Qué propiedades presentan los metales?, ¿cuáles consideras que son importantes para la fabricación de teléfonos celulares?  
\_\_\_\_\_
- c) ¿Qué efectos en la salud pueden causar los metales al ingerirlos?  
\_\_\_\_\_
- d) Describe de qué forma es posible promover el rechazo, la reducción, el reúso y el reciclado (es decir, las 4R) de los teléfonos celulares.  
\_\_\_\_\_
- e) ¿Qué otros productos tecnológicos de uso cotidiano contienen metales?  
\_\_\_\_\_
- f) ¿En qué propiedad se basa la organización de los elementos de la tabla periódica actual?  
\_\_\_\_\_

3. Predice el tipo de enlace que se forma al combinar átomos de los siguientes elementos:

- a) Li y F \_\_\_\_\_
- b) C y O \_\_\_\_\_
- c) Br y Br \_\_\_\_\_

**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 productos de la ciencia.			
Identifico que los elementos se caracterizan por el número de protones, y analizo la información de la tabla periódica y la abundancia de algunos elementos en los seres vivos.			
Identifico las propiedades de los materiales que dependen de su tipo de enlace químico.			

**Coevaluación**

La siguiente tabla es para evaluar a cada uno de tus compañeros de equipo. Escribe su nombre y responde sí o no a los indicadores propuestos. Es muy importante que seas objetivo, porque tus comentarios deben servir para que tu compañero mejore 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.			
Analizó información y aplicó el escepticismo informado.			
Tomó decisiones informadas para el cuidado del ambiente y de la salud.			
Participó en un consumo responsable.			
Consideró en las actividades experimentales el manejo de residuos para el cuidado del ambiente.			

# Bloque 3

## 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	Contenido
<ul style="list-style-type: none"><li>• Describe algunas manifestaciones de cambios químicos sencillos (efervescencia, emisión de luz o calor, precipitación, cambio de color).</li><li>• Identifica las propiedades de los reactivos y los productos en una reacción química.</li><li>• Representa el cambio químico mediante una ecuación e interpreta la información que contiene.</li><li>• Verifica la correcta expresión de ecuaciones químicas sencillas con base en la Ley de conservación de la masa.</li><li>• Identifica que en una reacción química se absorbe o se desprende energía en forma de calor.</li></ul>	<b>Tema 1. Identificación de cambios químicos y el lenguaje de la química</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Manifestaciones y representación de reacciones químicas (ecuación química).</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Identifica que la cantidad de energía se mide en calorías y compara el aporte calórico de los alimentos que ingiere.</li><li>• Relaciona la cantidad de energía que una persona requiere, de acuerdo con las características tanto personales (sexo, actividad física, edad y eficiencia de su organismo, entre otras) como ambientales con el fin de tomar decisiones encaminadas a una dieta correcta.</li></ul>	<b>Tema 2. ¿Qué me conviene comer?</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• La caloría como unidad de medida de la energía.</li><li>• Toma de decisiones relacionada con:<ul style="list-style-type: none"><li>- Los alimentos y su aporte calórico.</li></ul></li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Explica la importancia del trabajo de Lewis al proponer que en el enlace químico los átomos adquieren una estructura estable.</li><li>• Argumenta los aportes realizados por Pauling en el análisis y la sistematización de sus resultados al proponer la tabla de electronegatividad.</li><li>• Representa la formación de compuestos en una reacción química sencilla, a partir de la estructura de Lewis, e identifica el tipo de enlace con base en su electronegatividad.</li></ul>	<b>Tema 3. Tercera revolución de la química</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Tras la pista de la estructura de los materiales: aportaciones de Lewis y Pauling.</li><li>• Uso de la tabla de electronegatividad.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Compara la escala astronómica y la microscópica considerando la escala humana como punto de referencia.</li><li>• Relaciona la masa de las sustancias con el mol para determinar la cantidad de sustancia.</li></ul>	<b>Tema 4. Comparación y representación de escalas de medida</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Escalas y representación.</li><li>• Unidad de medida: mol.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Selecciona hechos y conocimientos para planear la explicación de fenómenos químicos que respondan a interrogantes o resolver situaciones problemáticas referentes a la transformación de los materiales.</li><li>• Sistematiza la información de su investigación con el fin de que elabore conclusiones, a partir de gráficas, experimentos y modelos.</li><li>• Comunica los resultados de su proyecto de diversas maneras utilizando el lenguaje químico y propone alternativas de solución a los problemas planteados.</li><li>• Evalúa procesos y productos de su proyecto, y considera la efectividad y el costo de los procesos químicos investigados.</li></ul>	<b>Proyectos: ahora tú explora, experimenta y actúa (preguntas opcionales)*</b> <b>Integración y aplicación</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• ¿Cómo elaborar jabones?</li><li>• ¿De dónde obtiene la energía el cuerpo humano?</li></ul>

## Temas transversales

- Educación para la salud
- Educación del consumidor



## La transformación de los materiales: la reacción química

## Identificación de cambios químicos y el lenguaje de la Química

### Inicio

#### Interdisciplina

Revisa el bloque 3 de tu curso de Ciencias 2 y lee el tema del modelo cinético de partículas y qué características presentan las partículas durante los cambios de estado.

Un proceso es un evento durante el cual ocurre una transformación o cambio en un sistema. Seguramente en tu curso de Ciencias 2 revisaste que en la naturaleza existen muchos procesos físicos en los que ocurren cambios de tamaño, forma, posición y estados de agregación de la materia. Algunos se presentan por diversas causas, es decir, modificaciones en la temperatura, la presión, por aplicación de una fuerza mecánica o por la acción de fuerzas a distancia, como las magnéticas y las electrostáticas.

Patear un balón para anotar un gol, recortar una hoja de papel, estirar una liga, difractar la luz blanca procedente del Sol y la evaporación del agua, son ejemplos de procesos asociados con cambios físicos. Recuerda que en el bloque 1 estudiaste que algunos cambios físicos son útiles para separar los componentes de una mezcla. En esta secuencia aprenderás que en la naturaleza ocurren otro tipo de procesos que por sus características no pueden clasificarse como físicos.

Identifica algunos cambios en las sustancias que ocurren en nuestro entorno.

**Individual** 1. Observa las siguientes imágenes.



2. En tu cuaderno elabora una tabla y describe las características de las sustancias antes y después de cada cambio.

3. Contesta.

- De los cambios que se ilustran, ¿cuáles son físicos?
- ¿Cuál es la principal característica que deben cumplir los cambios físicos?
- De los cambios que no son físicos, ¿qué evidencias tienes para confirmarlo?

**Pareja**

4. Compara tus respuestas con las de un compañero.

### Desarrollo



3.1 La plata cambia su apariencia al deformarla, pero no su composición; es decir, sólo presenta un cambio físico.

Quizá te resultaron familiares algunos de los procesos que se muestran en la actividad anterior y ahora tal vez te preguntes: ¿cómo diferenciar entre un proceso en el que ocurrió un cambio físico de un proceso donde no se ha presentado un cambio de este tipo? Para responder esta inquietud es necesario que recuerdes que en un **cambio físico** la composición química de las sustancias es la misma antes y después de éste (figura 3.1), como sucede cuando se derriten los cubos de hielo que están constituidos por muchas moléculas de agua. Cuando el hielo se derrite, el líquido que queda tiene las mismas moléculas de agua, pero con diferente disposición en el espacio.

Identifica un cambio químico y describe las características de las sustancias antes y después de que se lleve a cabo.

#### Material

Un crisol, un gotero, un trozo de papel aluminio de 5 × 5 cm, mortero, 0.5 g de hidróxido de sodio (NaOH) y 10 mL de agua.

#### Medidas de seguridad

Eviten el contacto del hidróxido de sodio con la piel y los ojos. Utilicen lentes de seguridad al manipular las sustancias. En caso de un accidente, laven con agua abundante.

#### Procedimiento

**Equipo**

- Coloquen en el crisol el papel aluminio de manera que se acomode en el fondo.
- Pulvericen el hidróxido de sodio con un mortero y colóquenlo sobre el papel aluminio.
- Agreguen gota a gota 10 mL de agua. Utilicen el gotero.
- Registren en un cuaderno sus observaciones. Describan lo sucedido, en una tabla como la 3.1.

Sustancia	Antes de agregar agua	Después de agregar agua
Aluminio		
Hidróxido de sodio		

#### Análisis de resultados

- Para el análisis y la conclusión respondan lo siguiente.
  - ¿Qué sucedió con el trozo de aluminio?, ¿algo se modificó al final del experimento?
  - ¿Qué manifestaciones pudieron observar? ¿Cambió de color?, ¿se desprendió algún gas?, ¿cambió la temperatura del crisol al agregar el agua?
  - ¿Consideran que el aluminio se transformó en otra sustancia al final de su experimento? Expliquen su respuesta.
  - Con base en lo que ocurrió en el experimento definan qué es un cambio químico y cómo se manifiesta.
  - Mencionen algunos ejemplos de cambios químicos que se presenten en su entorno. Tengan en cuenta los que suceden al cocinar.

#### Manejo de residuos

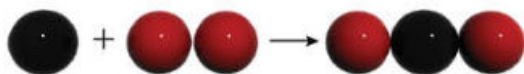
Los sólidos se enjuagan y deben depositarse en la basura. Los líquidos pueden desecharse en la tarja, con ayuda de abundante agua.

## Te recomendamos

Revisar información básica sobre las reacciones químicas en: <http://www.edutics.mx/Zy7> <http://www.edutics.mx/Zxx> <http://www.edutics.mx/Zxf> (Consultadas: 17 de junio de 2016).

## Cambios químicos y tipos de reacciones químicas

En un cambio químico ocurre una transformación de las sustancias iniciales en otras totalmente distintas. Para que suceda dicho cambio es necesario romper y formar enlaces mediante una **reacción química**. Es decir, los enlaces químicos que unen a los átomos de las sustancias iniciales, se rompen. Esta ruptura permite que los átomos se combinen con otros, formen nuevos enlaces y, por tanto, sustancias nuevas. En una reacción química, a las sustancias de partida se les denomina **reactivos** y a las que se obtienen al final del proceso se les conoce como **productos**. En la figura 3.2 se muestra la representación de una reacción química con esferas, que se interpreta de la siguiente forma: un átomo de carbono reacciona con una molécula de oxígeno para formar una molécula de dióxido de carbono.

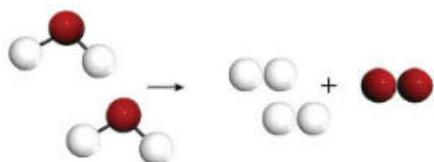


3.2 Reacción química para generar dióxido de carbono. A una presión determinada, éste es el responsable de producir el gas en los refrescos.

En esta reacción, los reactivos son el carbono y el oxígeno molecular, mientras que el único producto es el dióxido de carbono. Es posible observar que, antes del proceso químico, los átomos de oxígeno se encuentran unidos entre sí como

una molécula y al final se combinan con el átomo de carbono para formar una nueva molécula de dióxido de carbono. A este tipo de reacciones, en las que se obtiene un solo producto a partir de dos o más reactivos, se les conoce como **reacciones de combinación**.

Otro tipo de reacciones muy importantes son las de **descomposición**, que se presentan cuando un compuesto (reactivo) da lugar a dos o más sustancias (productos) que pueden ser elementos o compuestos. Por ejemplo, al calentar el carbonato de calcio a temperaturas superiores a 840 °C ocurre la reacción de descomposición del carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ), para dar lugar al óxido de calcio ( $\text{CaO}$ ), que es un sólido blanco y al desprendimiento de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) gaseoso.



3.3 Reacción química de descomposición de dos moléculas de agua en los elementos que la conforman.



En el bloque 2 mencionamos que la electrólisis es un método químico que permite separar los elementos que constituyen compuestos, como el agua y el cloruro de sodio disuelto en ella, entre otros ejemplos. En la figura 3.3 se esquematiza la reacción de electrólisis del agua. En esta reacción, el único reactivo es el agua y los productos son elementos: hidrógeno y oxígeno molecular.

## Analiza algunas manifestaciones de que ocurre un cambio químico.

## Material

2 mL de jabón líquido, 30 mL de peróxido de hidrógeno (se conoce como agua oxigenada y puedes conseguirla en una farmacia), 10 mL de disolución de yoduro de potasio en agua al 0.5% masa/masa, 2 probetas de 100 mL de capacidad, un recipiente de vidrio hondo.

## Medidas de seguridad

Usen guantes y lentes de seguridad durante todo el procedimiento porque las disoluciones de agua oxigenada y yoduro de potasio son irritantes para los ojos y la piel. El yoduro de potasio puede afectar la glándula tiroides al usarse de manera prolongada.

## Procedimiento

## Equipo

1. Agreguen el agua oxigenada y el jabón líquido en una probeta.
2. Coloquen la probeta con los dos líquidos dentro del recipiente de vidrio.
3. Midan 10 mL de disolución de yoduro de potasio con la otra probeta y agreguen poco a poco al contenido de la primera probeta.
4. Describan qué propiedades observaron para las sustancias antes y después de reunir las en el mismo recipiente. En su cuaderno pueden elaborar una tabla como la siguiente.

Tabla 3.2 Descripción del experimento

Sustancia	Antes de agregar el yoduro de potasio	Después de agregar el yoduro de potasio
Agua oxigenada y jabón líquido		

## Análisis de resultados

5. Contesten.
  - a) ¿Qué cambio se produjo al agregar el jabón líquido al agua oxigenada?
  - b) ¿Qué sucedió al añadir el yoduro de potasio en la probeta que contenía jabón y agua oxigenada? ¿Cambió de color? ¿Se desprendió algún gas? ¿Se formaron burbujas o espuma? ¿Cambió la temperatura del recipiente de vidrio donde colocaron la probeta? Argumenten sus respuestas.
  - c) ¿Por qué el agua oxigenada se vende en frascos opacos y no traslúcidos como los que contienen al alcohol?
  - d) ¿Consideran que el agua oxigenada participó en una reacción química? Expliquen su respuesta.

## Manejo de residuos

El líquido que resulte se diluye en agua y se desecha en la tarja.



Para determinar si ha ocurrido una reacción, muchas veces los químicos estudian la composición y las propiedades de los reactivos y de los productos; si las propiedades de los reactivos cambian, entonces se ha efectuado un proceso químico. Como vimos en el bloque 1, las propiedades físicas intensivas son útiles para determinar la identidad de una sustancia, porque cada una de ellas posee propiedades únicas que la hacen distinta a las demás.

En la vida cotidiana no es necesario ser un profesional de la Química para percatarse de que sucedió un cambio químico; muchos de ellos pueden percibirse con nuestros sentidos. A continuación se describen ejemplos de algunas manifestaciones que evidencian un cambio químico.

- **Cambio de color.** Cuando el hierro (de color gris brillante) permanece a la intemperie durante mucho tiempo reacciona con el oxígeno del aire y se forma óxido de hierro (figura 3.4), lo que conocemos como "herrumbre".



3.4 En la segunda imagen no es que el hierro se haya vuelto rojo, sino que al reaccionar con el oxígeno del aire se obtuvo otra sustancia: el óxido de hierro, un polvo que es de ese color.



**3.5** Cuando hay una cortadura en la piel es común que se desinfecte con agua oxigenada. Entonces se presenta una reacción de descomposición debida a las sustancias de la herida que forman agua y oxígeno. Este último es un gas con el cual se forman burbujas.



**3.6** La formación de precipitados es un método empleado para separar los metales de minerales en los procesos metalúrgicos y también en la purificación de aguas residuales contaminadas con cadmio (Cd), plomo (Pb), cromo (Cr), mercurio (Hg) y arsénico (As).



**3.7** En los juegos pirotécnicos los componentes de la pólvora reaccionan y se libera una enorme cantidad de energía que se percibe en forma de luz y calor.

- **Efervescencia.** Es el desprendimiento de un gas cuando ocurre una reacción química en disolución, que se percibe por la aparición de burbujas o de espuma (figura 3.5). En el experimento anterior observaste la aparición de espuma debido a la liberación de oxígeno gaseoso como producto de la descomposición del peróxido de hidrógeno.
- **Formación de un precipitado.** Se obtiene un sólido que es insoluble en el fondo de una disolución y se denomina precipitado (figura 3.6). Cuando los acumuladores de los automóviles ya son muy viejos aparece polvo en diversas partes de éstos. Se trata de la formación de sulfato de plomo, que se percibe como un polvo blanco del precipitado que se va formando en el interior de la batería.
- **Emisión de luz o calor.** Se produce al quemar madera, papel, gas doméstico y pólvora de los fuegos artificiales (figura 3.7). Además es posible percibir cambios en la temperatura del recipiente donde se efectúa la reacción, como sucedió en el experimento del agua oxigenada con jabón líquido y yoduro de potasio, cuando al producirse la reacción se desprendió energía en forma de calor.

### Representación de reacciones químicas (ecuación química)

Ahora sabes que, además del uso de esferas de colores, existen otras formas de simbolizar las sustancias: las estructuras de Lewis, las fórmulas químicas condensadas y desarrolladas y el modelo de Bohr. Estos modelos pueden emplearse para representar a las sustancias en una ecuación química.

Una **ecuación química** es un método para representar una reacción química mediante símbolos. Las figuras 3.2 y 3.3 de la página 150 son ejemplos de ello. En una ecuación química se ponen **las fórmulas químicas de las sustancias** y se incluye una **flecha** que separa a los reactivos de los productos, que a menudo se interpreta como "produce". Los reactivos se escriben antes de la flecha y los productos después. Si en una reacción química hay dos o más reactivos involucrados, se separan con signos (+); se hace lo mismo cuando se forma más de un producto al final de la reacción.

En una de las actividades de la página 149 se llevó a cabo una reacción química para obtener un compuesto de aluminio, que comúnmente se ingiere para reducir los efectos de la llamada acidez estomacal. La siguiente ecuación representa la reacción de combinación de aluminio metálico y agua:



En la ecuación química es posible apreciar los **coeficientes estequiométricos** de cada sustancia participante, son los números que se escriben a la izquierda de cada fórmula química y son importantes porque indican el número de partículas implicadas en la reacción. En las ecuaciones químicas también debe señalarse el **estado de agregación** de todas las sustancias participantes, que se escriben entre paréntesis y como subíndice, las letras *s*, *l*, *ac* y *g* que indican que la sustancia se encuentra en estado sólido, líquido, disolución acuosa o gaseoso, respectivamente. Cabe mencionar que en la actividad de la página 149 parte del hidróxido de sodio que se utiliza tiene como función remover el óxido de aluminio III, un compuesto que protege a la superficie del papel de aluminio de la humedad del ambiente.

#### Te recomendamos

Mirar los videos de ejemplos de reacciones químicas en: <http://edutics.mx/Jn9> (Consulta: 17 de junio de 2016).

### Cierre

Representa el cambio químico mediante una ecuación y comprende su información.

**Individual** 1. Completa la tabla 3.3 con la ecuación química de acuerdo con la descripción de cada una.

Tabla 3.3 Descripción de reacciones y su ecuación química	
Descripción	Ecuación química
Una molécula de metano gaseoso reacciona con dos moléculas de oxígeno gaseoso para producir una molécula de dióxido de carbono gaseoso y dos moléculas de vapor de agua.	$\text{CH}_{4(g)} + \text{---} ( ) \longrightarrow \text{CO}_{2(g)} + \text{---} ( )$
Un átomo de magnesio reacciona con dos moléculas de agua líquida para producir una unidad de hidróxido de magnesio sólido e hidrógeno gaseoso.	$\text{---} (s) + \text{---} (l) \longrightarrow \text{---} \text{Mg}(\text{OH})_{2(s)} + \text{---} (g)$
Dos moléculas de peróxido de hidrógeno líquido producen dos moléculas de agua líquida y una de oxígeno gaseoso.	$\text{---} \text{H}_2\text{O}_{2(l)} \longrightarrow \text{---} (l) + \text{---} (g)$
Dos moléculas de amoníaco gaseoso producen tres moléculas de hidrógeno gaseoso y una molécula de nitrógeno gaseoso.	$\text{NH}_3(g) \longrightarrow \text{---} (g) + \text{---} (g)$

2. Responde.

- ¿Qué ecuaciones químicas de la tabla son reacciones de descomposición?
- ¿Alguna de las ecuaciones representa una reacción de combinación? ¿Cuál?
- ¿En qué ecuaciones se representa el desprendimiento de gases?

3. Investiga la ecuación química que representa el proceso de fotosíntesis, es decir, aquella que permite la obtención de glucosa y oxígeno molecular. Escríbela y responde.

- ¿Qué estado de agregación presentan los reactivos?, ¿y los productos?
- ¿Cuántas moléculas de glucosa se obtienen en la reacción que escribiste? ¿Cuántas son de oxígeno molecular?

4. De las imágenes de la página 148, ¿cuáles representan cambios químicos?, ¿y de qué tipo son?

**Pareja** 5. Verifica tus respuestas con un compañero y luego valídalas con ayuda de tu maestro.

#### PRACTICA

1. Las vigas de un edificio son de hierro. Una de ellas, después de estar mucho tiempo expuesta a la intemperie, se puso de color rojizo. Incluso en el suelo junto a ella puede apreciarse el polvillo que se conoce como herrumbre. Este fenómeno es:
- a) un cambio físico ya que el hierro sigue siendo hierro, pero en otra presentación: ahora de color rojizo.
  - b) un cambio químico porque se apreció un cambio de color, aunque no se formó una nueva sustancia.
  - c) un cambio químico donde parte del hierro se consumió y se formó una sustancia rojiza que tiene propiedades distintas a las del hierro.
  - d) un cambio físico porque el hierro es una mezcla que contiene a la sustancia rojiza, la que, con el tiempo, salió a la superficie de la viga.

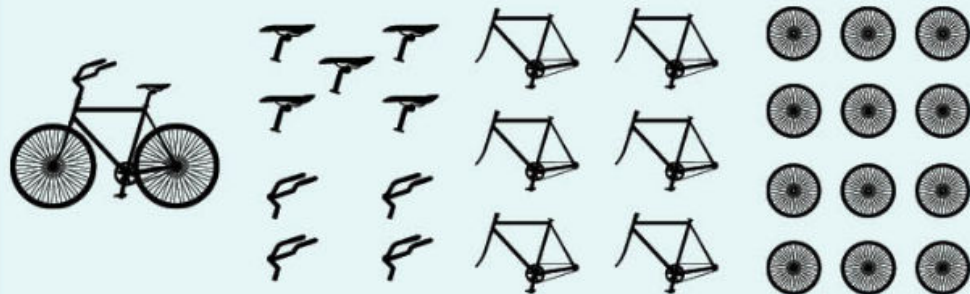
## Inicio

## Manifestaciones y representación de las reacciones químicas (ecuación química)

En la secuencia anterior aprendiste a identificar las reacciones químicas que se manifiestan por cambios de color, efervescencia, o al producir luz o calor. En los procesos químicos las partículas de las sustancias que reaccionan intercambian electrones, lo que da lugar a la formación de otras sustancias. En esta secuencia comprenderás que en toda reacción química se cumple la Ley de la conservación de la masa; además estudiarás que siempre que se rompen o se forman enlaces hay cambios de energía.

Determina la cantidad de las partes de una bicicleta para construir algunas.

En el bloque 2 se describió cómo los metales se consideran contaminantes cuando su acumulación en el ambiente o en los organismos vivos excede ciertos límites. También revisaste que el reúso de materiales metálicos puede ayudar a disminuir la contaminación ambiental. Ahora analiza este caso: el dueño de un centro de acopio de “fierro viejo” ha encontrado y guardado piezas de bicicletas. La imagen muestra cómo las acomodó en contenedores, ya que planea aprovecharlas para armar estos vehículos y posteriormente venderlos. Ayúdale a encontrar el número de bicicletas que puede construir.



Individual 1. Responde en tu cuaderno.

- ¿Cuántas bicicletas podrá armar con las piezas recolectadas? ¿Por qué no podrá fabricar más?
- Representa mediante una ecuación el proceso de reúso, es decir, las piezas separadas que se tienen al inicio y las bicicletas que se construyeron con ellas al final. Para ello completa la siguiente ecuación. Usa los símbolos que se muestran para cada pieza.

Manubrios	+	Cuadros	+	Asientos	+	Ruedas	=	Bicicletas

- Para cada tipo de pieza cuenta el número que hay antes y después del signo =. ¿Es el mismo número de piezas? ¿Cuántas y cuáles piezas sobraron?

A continuación se representa una forma de abreviar la ecuación que dibujaste. El código usado es el siguiente: M = manubrio, C = cuadro, A = asientos, R= rueda y B = bicicleta.



- ¿Cuáles son las ventajas y desventajas de esta representación en comparación con la que tú dibujaste?
- ¿Cuántas ruedas se requieren para construir cuatro bicicletas? ¿Qué significa el subíndice 2 que aparece junto al símbolo de rueda?
- ¿Piensas que los números que se escriben a la izquierda de cada símbolo son importantes para saber cuántas bicicletas pueden armarse? ¿Si el dueño del centro de acopio quisiera construir 6 bicicletas, el número de piezas que necesita seguiría siendo el mismo que en este caso? ¿Por qué?

Grupo 2. Compara tus respuestas con las de tus compañeros.

Las reacciones químicas son procesos que ocurren en cierto tiempo. Para representarlas la idea central es mostrar qué sustancias había antes del proceso y las que se obtuvieron después. Como lo estudiaste en la secuencia anterior, se acostumbra separar el antes y el después con una flecha, así como lo hiciste para representar el proceso de reúso de piezas metálicas en la actividad inicial. A cada lado de la flecha se escriben las fórmulas de las sustancias involucradas: a la izquierda los reactivos y a la derecha los productos.



Analiza la importancia de describir las reacciones químicas por medio de ecuaciones para llevar a cabo el proyecto 1 de este bloque.

HACIA TU PROYECTO

Recuerda que las fórmulas químicas indican cuáles y cuántos átomos integran una unidad fundamental (molécula) de una sustancia. El número de unidades fundamentales asociadas a cada sustancia que participa en una reacción química se indica con un número que se escribe a la izquierda de la fórmula química y recibe el nombre de coeficiente estequiométrico. Como pudiste constatar en la actividad anterior, estos símbolos son importantes porque permiten saber cuántas piezas se necesitan para construir una cantidad fija de bicicletas, esto es similar a como se expresan las ecuaciones químicas.

La ventaja de representar las reacciones químicas mediante este sistema (en forma de ecuación, con fórmulas, con la misma cantidad de átomos al inicio que al final e indicando el estado de agregación de las sustancias) es que no sólo resume gran cantidad de información, sino que además representa un lenguaje que se usa y entiende en todos los países del mundo.

Como estudiaste en el bloque anterior, Antoine Laurent Lavoisier fue el primero en descubrir que la masa se conserva antes y después de que ha ocurrido un proceso químico, lo que le permitió enunciar la Ley de la conservación de la masa (figura 3.8). Esta Ley se cumple en una ecuación química siempre que el número de átomos de cada elemento que se encuentra en los reactivos es el mismo que hay en los productos. En las ecuaciones que revisaste en la actividad de inicio pudiste comprobar que el número de piezas de cada tipo se conserva antes y después del proceso.

La asignación correcta de los coeficientes estequiométricos en los reactivos y los productos permite representar la conservación de la masa en los procesos químicos; cuando esto ocurre se dice que la ecuación “está balanceada”. El método de asignación de los coeficientes estequiométricos adecuados en una ecuación química se denomina “balanceo”. A continuación estudiaremos uno de los métodos para balancear ecuaciones químicas.



3.8 Observa la reacción química en la vela. ¿Se relaciona con la Ley de la conservación de la masa?



3.9 Todas las industrias que llevan a cabo síntesis utilizan el balanceo de ecuaciones químicas. Ejemplo de ello es la producción de champús y cosméticos.

### Balanceo por tanteo

Se emplea para balancear ecuaciones sencillas. Se trata de igualar el número de átomos de cada tipo a cada lado de la flecha para que la reacción cumpla con la Ley de la conservación de la masa (figura 3.9). Para ejemplificar cómo se balancea por tanteo utilizaremos la reacción de electrólisis o del agua, que se representó con esferas en la figura 3.3 de la página 150; en este caso usaremos una representación de sus fórmulas químicas condensadas.



Elemento	Reactivos	Productos
H	2	2
O	1	2

1. Se verifica que haya el mismo número de átomos de cada tipo, antes y después. De acuerdo con lo que se observa en el recuadro, el número de átomos de hidrógeno (H) es el mismo en los reactivos ( $\text{H}_2$ ) y en los productos ( $\text{H}_2\text{O}$ ). Sin embargo, el número total de átomos de oxígeno es mayor en los productos ( $\text{O}_2$ ) que en los reactivos ( $\text{H}_2\text{O}$ ).

2. Se balancea colocando coeficientes a la izquierda de las fórmulas. No pueden modificarse los subíndices de cada elemento en una fórmula química, porque entonces, hablaríamos de otra sustancia. Primero intentemos balancear un elemento y luego el otro o los otros. En este ejemplo sólo es necesario balancear el oxígeno, para lo cual se agrega un coeficiente estequiométrico 2 a la izquierda de la fórmula química de la molécula de agua. Con esta operación es posible tener dos átomos de oxígeno en ambos lados de la ecuación, aunque los átomos de hidrógeno no están balanceados porque hay cuatro en los reactivos y sólo dos en los productos.



3. Ajustemos los átomos de hidrógeno. Si agregamos un coeficiente de 2 al hidrógeno molecular, entonces se cumple la Ley de la conservación de la masa y la ecuación está balanceada.



Elemento	Reactivos	Productos
H	4	4
O	2	2

### Interdisciplina

Revisa el bloque 3 de tu curso de Matemáticas 1 para recordar que en una ecuación los valores o elementos de un lado modifican al otro para conservar la igualdad, por lo que en el caso de una ecuación química cualquier cambio numérico en los coeficientes de los reactivos modifica los del producto.

Describe las ecuaciones químicas; ten en cuenta la Ley de la conservación de la masa.

- Individual 1. Balancea las ecuaciones y describe lo que representan. Considera la siguiente información.

$\text{F}_2$ : flúor gaseoso	HCl: ácido clorhídrico	$\text{SO}_3$ : óxido de azufre (VI)
NaF: fluoruro de sodio	$\text{SO}_2$ : óxido de azufre (IV)	$\text{Al}_2\text{O}_3$ : óxido de aluminio

- a)  $\text{NaCl} + \text{F}_2 \longrightarrow \text{NaF} + \text{Cl}_2$
- b)  $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 \longrightarrow \text{HCl}$
- c)  $\text{SO}_2 + \text{O}_2 \longrightarrow \text{SO}_3$
- d)  $\text{Al} + \text{O}_2 \longrightarrow \text{Al}_2\text{O}_3$
- e)  $\text{NH}_3 \longrightarrow \text{H}_2 + \text{N}_2$
- f)  $\text{CH}_4 + \text{O}_2 \longrightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

2. Verifica tus respuestas con ayuda de tu maestro.

### La energía de las reacciones químicas

Como ya se mencionó, en las reacciones químicas los átomos de los reactivos se recombinan para formar nuevas sustancias (productos). Esto implica romper enlaces en los reactivos y dejar que se formen nuevos enlaces en los productos. En general ocurre que para romper enlaces se requiere energía y para formarlos siempre se libera.

Identifica que en algunas reacciones químicas se desprende o se absorbe calor.

#### Material

Un pedazo de tela o franela, mechero Bunsen, 30 mL de agua oxigenada, 0.1 g de óxido de manganeso IV ( $\text{MnO}_2$ ), 1 trozo de carbón, 1 botella de vidrio de 1 L de capacidad con tapa (debe ser de vidrio resistente a altas temperaturas) o bien un matraz Erlenmeyer de esa capacidad, 1 cucharilla de combustión (pueden sustituirla por un alambre metálico de 40 cm de longitud).

#### Medidas de seguridad

Usen guantes y lentes de seguridad durante todo el experimento porque la disolución de agua oxigenada es irritante para los ojos; además el óxido de manganeso puede manchar la piel.

#### Equipo

#### Procedimiento

1. Coloquen el trozo de carbón en la cucharilla de combustión; en caso de que no cuenten con ésta, átenlo a un extremo del alambre.
2. Agreguen 30 mL de peróxido de hidrógeno y el óxido de manganeso IV a la botella de vidrio. Escriban en su cuaderno lo que sucede al juntar estas sustancias.
3. Sellen la botella con la tapa para evitar que el gas liberado escape hacia la atmósfera.
4. Coloquen la cucharilla sobre la llama del mechero hasta que el carbón se encienda.
5. Introduzcan en la botella la cucharilla de combustión con el trozo de carbón encendido. Observen y registren lo que ocurre.

#### Análisis de resultados

6. Respondan.
  - a) ¿Qué sucedió cuando agregaron el óxido de manganeso a la disolución de peróxido de hidrógeno?
  - b) ¿Percibieron algún cambio en la temperatura cerca de la botella donde realizaron el experimento? Expliquen su respuesta.
  - c) ¿Qué ocurrió cuando introdujeron el trozo de carbón en la botella? ¿Percibieron algún cambio de color? ¿Disminuyó o aumentó la intensidad del fuego? ¿Cambió la temperatura del medio circundante?
  - d) Si la temperatura alrededor del matraz aumenta, entonces, ¿la reacción química absorbe o libera energía?

#### Manejo de residuos

Los residuos de carbón pueden guardarse y ser reutilizados. Los residuos de agua oxigenada se almacenan en un contenedor que no sea transparente para su posterior tratamiento.

#### Te recomendamos

Ver un ejemplo de reacción química con el carbón en: <http://www.edutics.mx/Z6h> (Consulta: 17 de junio de 2016).



3.10 Al poner en contacto vinagre con carbonato de sodio en un recipiente de vidrio, ocurre una reacción endotérmica debido a que disminuye la temperatura en el recipiente que los contiene.



3.11 El momento de la formación de cloruro de sodio (sal común) a partir de sodio metálico y cloro molecular es un ejemplo de reacción exotérmica.



3.12 La industria metalúrgica emplea la electrólisis para la obtención de metales como el cinc.

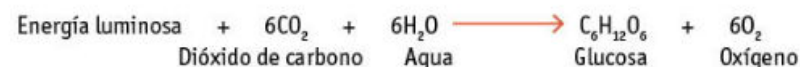
### Reacciones exotérmicas y endotérmicas

La energía de las reacciones químicas es el resultado del balance de la energía que se requiere para romper los enlaces de los reactivos y la que se libera en la formación de los enlaces nuevos de los productos. Si la energía que se gasta es más que la que se produce, la reacción requiere tomarla del entorno. Cuando se absorbe energía en forma de calor se trata de una reacción **endotérmica** (figura 3.10). Por el contrario, si la reacción genera más energía de la que consume, entonces ésta se libera a los alrededores y es una reacción **exotérmica** (figura 3.11). En general, durante los procesos exotérmicos el recipiente donde se efectúa la reacción eleva su temperatura, así que evita tocarlos porque puedes quemarte. Por el contrario, en una reacción endotérmica el recipiente se enfría.

Hay dos procesos químicos interesantes y claramente relacionados entre sí; uno es exotérmico y el otro endotérmico. Nos referimos a la respiración celular y a la fotosíntesis. En la respiración, la glucosa de los alimentos reacciona con el oxígeno que inhalamos para obtener dióxido de carbono, agua y energía. Al producirse energía, se trata de una reacción exotérmica. Esto podemos expresarlo con la ecuación química de la combustión de la glucosa:



En cambio, en la fotosíntesis se usa la energía proveniente del Sol; a partir del dióxido de carbono del ambiente y del agua absorbida por las raíces de la planta se sintetiza la glucosa. Y ya que se consume energía se trata de una reacción endotérmica.



Si analizas con cuidado, en ambas ecuaciones se emplea la palabra “energía”; sin embargo, observa que la palabra no se ubica en el mismo lugar debido a que en uno de los procesos químicos se absorbe energía y en el otro se desprende. De manera general, en una ecuación que representa una reacción exotérmica, la energía se escribe como un producto más de la reacción. En forma contraria, si la reacción química es endotérmica, la energía se escribe en el lugar donde se colocan los reactivos. Las reacciones de combustión son el ejemplo típico de las reacciones exotérmicas, como sucede con el propano ( $\text{C}_3\text{H}_8$ ), un componente del gas doméstico. En cambio, la electrólisis del cloruro de cinc (figura 3.12) en estado líquido ( $\text{ZnCl}_2$ ) es un proceso endotérmico, porque es necesario usar energía eléctrica para descomponerlo en cinc metálico ( $\text{Zn}$ ) y el gas cloro molecular ( $\text{Cl}_2$ ).

## Cierre

Reconoce si la reacción que se propone es exotérmica o endotérmica.

### Hipótesis

¿La reacción de descomposición del óxido de mercurio desprende energía en forma de calor?

### Material

Una tablilla delgada de madera (pueden ser palitos de paleta), 1 tubo de ensayo, pinzas para tubo de ensayo, espátula, mechero Bunsen y 0.1 g de óxido de mercurio II ( $\text{HgO}$ ).

### Medidas de seguridad

Usen guantes y lentes de seguridad durante todo el procedimiento porque el óxido de mercurio II es irritante para la piel y los ojos. Lleva a cabo el experimento en un lugar con buena ventilación.

### Procedimiento

#### Equipo

1. Agreguen 0.1 g de óxido de mercurio II en el tubo de ensayo. Acercuen el tubo de ensayo a la flama del mechero y caliéntenlo: usen las pinzas para evitar quemaduras. Describan lo que observaron.
2. Prendan fuego a un extremo de la tablilla de madera y métenla en el tubo de ensayo. Registren sus observaciones.

### Análisis de resultados

3. Respondan.
  - a) ¿Qué sucedió con el sólido de óxido de mercurio II mientras lo calentaban? ¿Cómo es la sustancia que se formó en las paredes del tubo de ensayo? ¿A partir de qué sustancia se formó? Expliquen.
  - b) ¿Qué ocurrió cuando introdujeron la tablilla de madera encendida al tubo de ensayo? ¿Aumentó o disminuyó la intensidad del fuego?
  - c) Balanceen la siguiente ecuación que representa la reacción de descomposición del óxido de mercurio.
 
$$\text{HgO} + \text{_____} \longrightarrow \text{Hg}_{(l)} + \text{O}_{2(g)}$$
  - d) ¿Cómo identificaron la presencia de oxígeno molecular gaseoso y de mercurio líquido?
  - e) Si la reacción necesita energía en forma de calor, ¿qué tipo de reacción es? ¿Cómo la representarían en la ecuación?

### Manejo de residuos

Los residuos de madera se colocan en el contenedor de desechos orgánicos; los de mercurio y óxido de mercurio se depositan en los contenedores que su maestro les indique.

4. Balanceen las reacciones químicas e indiquen si se trata de un proceso endotérmico o exotérmico; describanlo.
  - a)  $\text{CH}_4(g) + \text{O}_2(g) \longrightarrow \text{CO}_2(g) + \text{H}_2\text{O}(g) + \text{energía (luz y calor)}$
  - b)  $\text{CaCO}_3(s) + \text{energía (calor)} \longrightarrow \text{CaO}(s) + \text{CO}_2(g)$
  - c)  $\text{H}_2(g) + \text{O}_2(g) \longrightarrow \text{H}_2\text{O}(l) + \text{energía (calor)}$
  - d)  $\text{N}_2(g) + \text{H}_2(g) \longrightarrow \text{NH}_3(g) + \text{energía (calor)}$
  - e)  $\text{N}_2(g) + \text{O}_2(g) + \text{energía (calor)} \longrightarrow \text{NO}(g)$
  - f)  $\text{HgO}(s) + \text{energía (calor)} \longrightarrow \text{Hg}(l) + \text{O}_2(g)$

### PRACTICA

1. Una consecuencia de todos los cambios químicos es:
  - a) El aumento de la energía cinética de las moléculas.
  - b) La formación de nuevos enlaces entre los átomos que iniciaron los cambios.
  - c) El cambio de estado que ocurre al aumentar la energía.
  - d) La formación de soluciones coloridas a partir de sustancias incoloras.



**Aprendizajes esperados:** Identifica que la cantidad de energía se mide en calorías y compara el aporte calórico de los alimentos que ingiere. Relaciona la cantidad de energía que una persona requiere, de acuerdo con las características tanto personales (sexo, actividad física, edad y eficiencia de su organismo, entre otras) como ambientales, con el fin de tomar decisiones encaminadas a una dieta correcta.

## ¿Qué me conviene comer?

### Inicio

En el bloque anterior se estudiaron los elementos químicos de gran importancia para los seres vivos; de éstos, los que se encuentran en mayor proporción son los principales componentes de las biomoléculas, que desempeñan diversas funciones: estructurales, energéticas, genéticas, de protección y demás funciones especiales.

### Salud IT

De acuerdo con la Norma Oficial Mexicana 043, un **nutrimento** es toda sustancia presente en los alimentos que interviene en el metabolismo del organismo, es decir, las sustancias que requieren los animales para construir sus biomoléculas. En tu curso de Ciencias 1 estudiaste que las biomoléculas forman parte de los nutrimentos que los organismos vivos necesitan para subsistir; los seres humanos los obtenemos por medio de los alimentos que consumimos. En

esta secuencia aprenderás cuánta energía —medida en calorías— aportan los diversos tipos de comida, y cuánta energía requieren diariamente las personas según sus características y la actividad física que realizan. Además con ello serás capaz de diseñar una dieta correcta y adecuada para tu estilo de vida.

### HACIA TU PROYECTO

El contenido de esta secuencia puede ser de utilidad para el desarrollo del proyecto 2 de este bloque.

### Identifica los nutrimentos que contienen los alimentos de El Plato del Bien Comer.

En tu curso de Ciencias 1 aprendiste que El Plato del Bien Comer es una guía de alimentación diseñada especialmente para mexicanos, donde los alimentos se organizan en tres grupos.

### Individual

1. Observa la imagen y responde.

- ¿En qué grupos de alimentos es posible encontrar carbohidratos? ¿Qué función tienen en nuestro organismo? ¿Consideras que la abundancia de estas biomoléculas se relaciona con su función? Explica.
- ¿Cuál es el principal aporte nutrimental de los alimentos de origen animal? ¿Qué función cumplen en el cuerpo humano? ¿Por qué no se debe abusar en su consumo?
- ¿Qué grupo alimentario proporciona vitaminas y minerales? ¿Con qué frecuencia se recomienda su ingesta? ¿Cuál es la función de estas sustancias en el cuerpo?
- ¿Consideras que la frecuencia de ingesta se relaciona con la función que cumplen en el organismo? Argumenta tu respuesta.



### Equipo

2. Compara tus respuestas en equipo.

### Desarrollo

En la actividad anterior identificaste los nutrimentos que conforman El Plato del Bien Comer; estas sustancias cumplen funciones específicas en el organismo humano, por lo que todas deben incluirse en la dieta.

Los **carbohidratos** se consideran como la principal fuente de energía a corto plazo. Se encuentran en cereales (figura 3.13), frutas, vegetales y legumbres. Por su parte, los **lípidos** son biomoléculas de almacenamiento de energía a largo plazo, aunque también poseen funciones estructurales y de regulación (figura 3.14). En cuanto a las **proteínas**, si bien sus principales funciones son la formación de tejidos y la regulación de diversos procesos metabólicos, también proporcionan energía.



**3.13** El trigo, el arroz y el maíz, así como sus derivados, tienen como principal componente el almidón. De acuerdo con El plato del bien comer, ¿cómo se clasifican estos alimentos?

Hay otros nutrimentos que no aportan energía, pero resultan indispensables para el buen funcionamiento del organismo: las vitaminas y los minerales.



**3.14** Los lípidos no sólo se encuentran en productos derivados de origen animal (yogur, queso, leche, mantequilla, crema), también ciertos productos vegetales como los aceites, las semillas de girasol y calabaza, las nueces y almendras son ricos en lípidos.

**Vitaminas.** Se trata de aquellas moléculas que el organismo requiere en cantidades pequeñas. La mayoría no puede ser fabricada por las células del organismo, así que deben incorporarse por medio de la dieta (figura 3.15). Se encuentran sobre todo en frutas y verduras. Se clasifican en dos grupos: vitaminas hidrosolubles (C, B1, B2, B6, B12, niacina y ácido fólico) y vitaminas liposolubles (A, D, E y K).

**Minerales.** Al igual que las vitaminas son sustancias que se requieren en pequeñas cantidades. Algunos, como el calcio y el fósforo, son necesarios en la formación de huesos sanos; el yodo ayuda al metabolismo de la glándula tiroidea; el hierro es el componente esencial de la hemoglobina en la sangre y de algunos componentes importantes de la célula. Algunos alimentos, como el huevo, son fuentes de hierro y calcio.



**3.15** Las vitaminas liposolubles son aquellas que se disuelven en grasas y se encuentran en el huevo, la mantequilla, el aceite de hígado de bacalao, el atún, el salmón, la zanahoria, la calabaza, el brócoli, la espinaca y la lechuga, entre otros. ¿Qué problemas para la salud causa la deficiencia de este tipo de vitaminas?

En cuanto al agua, ésta es una molécula imprescindible para el ser humano, ya que permite regular la temperatura corporal y es el medio para transportar tanto nutrimentos como desechos. Es fundamental beber agua suficiente para evitar la deshidratación.

### Analiza los alimentos que ingieres en tu dieta.

### Individual

1. En tu cuaderno elabora una lista de los alimentos que consumiste durante dos días de la semana (debes elegir un día escolar y un día del fin de semana). Organízalos por desayuno, comida y cena. Tu lista debe incluir todos los alimentos que consumiste, ten en cuenta las golosinas y los alimentos de bajo contenido nutrimental. Es necesario que indiques las porciones de cada alimento que consumiste. Conserva esta información porque la usarás más adelante.

### Grupo

2. Compara tu información con la de otros compañeros. Discutan las semejanzas y diferencias de lo que comen.

### Te recomendamos

Leer el artículo de la revista *¿Cómo ves?* relacionado con la alimentación en: <http://e.dutics.mx/3nC> (Consulta: 17 de junio de 2016).



**3.16** La gasolina es el combustible que usan los automóviles; está formada por sustancias que se extraen del petróleo. El calor de combustión que resulta de quemar 100 g de sustancia es de 812.2 Cal.



**3.17** El calor de combustión de una porción de 100 g de papas representa un combustible para el organismo de apenas 72 Cal. ¿Cuántas porciones de papas deben quemarse para obtener un calor de combustión semejante al de la gasolina (100 g)?



**3.18** James Prescott Joule (1818-1889) fue un científico inglés que contribuyó a descubrir que en todo proceso químico la energía (al igual que la masa) también se conserva. A él se debe el nombre de la unidad internacional de energía, calor y trabajo.

**Te recomendamos**

Consultar las tablas de contenido nutrimental y revisar la información relacionada con la energía de los alimentos en: <http://edutics.mx/JnF> y [edutics.mx/4hm](http://edutics.mx/4hm) (Consultadas: 17 de junio de 2016).

### La caloría como unidad de medida de la energía

Es importante identificar qué tipo de alimentos se consumen en la dieta diaria para evaluar si el aporte energético es suficiente para que un individuo pueda efectuar sus actividades cotidianas o si es más de lo que se necesita. Pero ¿cómo se mide la energía que proporcionan los alimentos? Para responder es necesario recordar que existen reacciones químicas que liberan energía al medio (en forma de calor) denominadas reacciones exotérmicas. Las reacciones de combustión pertenecen a este grupo.

En una **reacción de combustión** una sustancia que se denomina combustible reacciona con oxígeno para producir dióxido de carbono y agua. Las reacciones de combustión son exotérmicas y la energía que se desprende de ellas se conoce como calor de combustión (figuras 3.16 y 3.17). En tu curso de Ciencias 2 revisaste que la energía se mide de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI), con una unidad llamada Joule (figura 3.18). Sin embargo, la energía que se desprende de una reacción de combustión usualmente se expresa en calorías. Una caloría es la cantidad de energía necesaria para elevar la temperatura de un gramo de agua de 14.5 °C a 15.5 °C y equivale a 4.184 joules (J) de energía.

Un ejemplo representativo de este tipo de reacciones es la combustión de un gramo de glucosa. La ecuación que describe dicho proceso es la siguiente:



En esta reacción se liberan 3 800 calorías; en el campo de la nutrición este número se denota empleando kilocalorías, por tanto, serían 3.8 kilocalorías. La kilocaloría (kcal) es un múltiplo de la caloría y equivale a 1 000 calorías.

Otra manera de referirse a una kilocaloría es usar la palabra Caloría (Cal) escrita con mayúscula. Así, 1 Cal equivale a:

$$1 \text{ Cal} = 1 \text{ kcal} = 1000 \text{ cal} = 4184 \text{ J} = 4.184 \text{ kJ}$$

Los alimentos que ingerimos son el combustible de nuestro organismo; cuando reaccionan con el oxígeno que respiramos liberan la energía necesaria para su funcionamiento. Las calorías son las unidades con las que se expresa el valor energético de los alimentos en una dieta. En tu curso de Ciencias 1 revisaste que una dieta es el conjunto de alimentos que se consumen cotidianamente y forman una unidad de alimentación.

La función de aporte energético al organismo la realizan, de manera primordial, los carbohidratos y los lípidos, aunque las proteínas también aportan cierta cantidad de energía al organismo. El aporte calórico de los carbohidratos y las proteínas es de aproximadamente 4 Cal por cada gramo, mientras que los lípidos aportan 9 Cal por gramo.

### Toma de decisiones relacionada con: los alimentos y su aporte calórico

#### Consumo calórico según edad, sexo y actividad

La cantidad de energía que una persona requiere depende de características particulares, como edad, género, nivel de actividad física y eficiencia del organismo, así como del ambiente en el que se desarrolla (figura 3.19). Es importante considerar estos factores para elaborar una dieta acorde con los requerimientos energéticos de cada individuo. Estas características se describen a continuación con más detalle.

**Eficiencia del organismo.** Se relaciona con la cantidad de calorías que se consumen y gastan. Nuestro organismo requiere un nivel mínimo de energía para realizar las funciones esenciales e involuntarias aún en total reposo, como respiración, digestión, regulación de la temperatura corporal y de la presión sanguínea. A la rapidez con la que el cuerpo consume energía para realizar sus funciones vitales se le denomina metabolismo basal y puede variar de acuerdo con factores hereditarios, musculatura y cantidad de grasa acumulada. Si una persona tiene un **metabolismo basal** bajo no necesita mucha energía para sobrevivir y tiende a subir de peso; por el contrario, si es alto, requiere mayor energía, pero si el aporte calórico de su dieta es insuficiente, tiende a perder peso con mayor facilidad.

**Sexo y edad.** En general, los varones requieren un mayor aporte calórico que las mujeres debido a su mayor tamaño y masa muscular, lo que demanda más calorías. Los niños y los jóvenes tienen una masa muscular menor según su edad y desarrollo, en tanto los adultos suelen perder ésta conforme envejecen, por lo que requieren menor aporte energético alimentario.



**Actividad física.** Toda actividad precisa del uso de energía; según el gasto energético que implique se clasifica en tres niveles: bajo, moderado y alto. Caminar y realizar labores del hogar como limpiar o cocinar, se clasifican dentro de las actividades de nivel bajo; mientras que trotar, podar el pasto, bailar, jugar tenis y cargar objetos pesados, se consideran como de nivel moderado. Las actividades físicas de alto nivel son jugar basquetbol o fútbol, correr, nadar, montar en bicicleta por pendientes pronunciadas y el ejercicio aeróbico, entre otras (figura 3.20).

En general, si un individuo ingiere más calorías de las que gasta en sus actividades físicas, ésta se acumula en el cuerpo en forma de lípidos y puede generar problemas de sobrepeso y obesidad. Por el contrario, si no ingiere la energía suficiente, también pueden aparecer problemas de salud; por ejemplo, pérdida de peso, desnutrición y anemia.



**3.19** De acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), en México existen 5.54 millones de niños en edad escolar que padecen sobrepeso y obesidad, lo que representa 26% de la población. ¿Qué enfermedades pueden desencadenarse en este sector?

**3.20** Cada actividad física requiere distintas cantidades de energía; mientras andar en bicicleta consume 200 Cal por hora, caminar implica la mitad de este valor: 100 Cal por hora.

**Te recomendamos**

Averiguar cómo preparar el refrigerio escolar, el aporte calórico que poseen algunos alimentos y cómo lograr una alimentación correcta en: <http://www.edutics.com.mx/4he> <http://www.edutics.com.mx/4hn> (Consultadas: 17 de junio de 2016).



**3.21** Los esquimales son un grupo étnico cuya dieta se basa esencialmente en proteínas y carbohidratos porque han desarrollado un metabolismo muy eficiente que permite la transformación de esos nutrimentos en glucosa.

**Glosario**

**Hipertensión:** padecimiento que se refiere a la presión arterial alta.

**Hiper glucemia:** padecimiento que se refiere a la cantidad excesiva de glucosa en la sangre.

**Te recomendamos**

Leer la *Guía de Orientación Alimentaria* en: <http://edutics.mx/3nF> (Consulta: 24 de enero de 2017).

**Características ambientales.** Por otra parte, factores ambientales, como el clima, también afectan los requerimientos energéticos de las personas. Quienes habitan en climas fríos necesitan más energía para mantener la temperatura corporal (figura 3.21); en cambio, en climas cálidos, la energía es necesaria para promover la transpiración y evitar el aumento en la temperatura del cuerpo.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) indica que es necesario combinar una dieta saludable con actividad física. Enfermedades como **hipertensión**, **hiperglucemia**, sobrepeso y obesidad o padecimientos cardíacos, cáncer y diabetes, no sólo pueden desarrollarse por factores de tipo hereditario, sino también por malos hábitos alimentarios y la inactividad física.

La Secretaría de Salud es la máxima autoridad en la materia en México, y en colaboración con otras instituciones públicas ha establecido criterios generales para promover las buenas prácticas alimentarias entre los habitantes. Una de estas propuestas es que una dieta correcta debe contener todos los nutrimentos en las proporciones apropiadas, no debe representar un riesgo para la salud (es decir, estar libre de cualquier tipo de contaminante), debe cubrir las necesidades nutrimentales de las personas de acuerdo con su sexo, edad y peso (tabla 3.4) y estar acorde con los gustos y la cultura de quienes la consumen.

**Tabla 3.4** Tabla de requerimientos energéticos de acuerdo con el sexo, la edad y el peso de los mexicanos

Sexo	Edad (años)	Peso (Kg)	Actividad física (Cal)		
			Baja	Moderada	Alta
Hombres	10-12	35	2 050	2 200	2 400
	12-14	42	2 150	2 350	2 650
	14-16	52	2 350	2 650	3 050
	16-18	62	2 650	3 000	3 400
	18-65	68	2 650	3 100	3 600
	Mayor o igual a 65	65	2 050	2 300	2 600
Mujeres	10-12	36	1 750	1 900	2 000
	12-14	43	1 850	2 000	2 150
	14-16	48	1 900	2 100	2 350
	16-18	50	1 950	2 150	2 400
	18-65	53	1 950	2 100	2 350
	Mayor o igual a 65	55	1 750	1 850	2 100

Fuente: Adaptado de <http://edutics.mx/4VD> (Consulta: 24 de enero de 2017).

**Cierre**

Relaciona la cantidad de energía que requiere un individuo considerando sus características personales. Después determina el aporte calórico de los alimentos que consumes.

**Individual** 1. Lee las descripciones de cada persona.

**Mariana** tiene 14 años, pesa 43 kg. Ayuda en la limpieza de su casa durante media hora después de asistir a la escuela. Todas las tardes juega basquetbol durante una hora y al final del día realiza sus tareas escolares.

**Daniel** tiene 12 años y pesa 35 kg. Asiste a la escuela, donde diariamente recibe entrenamiento de atletismo y además practica fútbol. Todas las tardes corre durante 40 minutos; en poco tiempo planea representar a su escuela en el campeonato local de atletismo.

**Alfredo** tiene 26 años, y pesa 68 kg. Trabaja en su oficina 8 horas diarias y la mayor parte del tiempo permanece sentado. Los fines de semana se levanta tarde y ayuda a cortar el pasto del jardín. En el desayuno acostumbra comer una torta de tamal y un atole; en la comida, tacos de carne, quesadillas y un refresco; y para la cena, dos sándwiches de tres diferentes quesos y dos clases de embutidos, además de que los acompaña con dos vasos de leche. La ingesta diaria de Alfredo es superior a 3 500 Cal.

- Analiza y responde. Para ello utiliza la información anterior y consulta la tabla 3.4.
  - ¿Cuál es el nivel de actividad física que realiza Mariana? ¿Cuál es el aporte calórico que necesita diariamente?
  - ¿Cuál es el nivel de actividad física de Daniel? ¿Qué aporte calórico se recomienda de acuerdo con sus características personales? ¿Por qué no puedes recomendarle a Daniel una dieta diaria con un aporte calórico de 1 800 Cal?
  - ¿Qué nivel de actividad física realiza Alfredo? ¿Qué aporte calórico se recomienda según sus actividades? ¿Cómo es su aporte calórico respecto al recomendado? ¿Qué problemas de salud pueden aparecer si continúa con esa dieta?
- Diseña una dieta para Alfredo acorde con sus características personales, separa las tres comidas (desayuno, comida y cena) y registra las porciones de cada alimento y el aporte calórico de cada uno.
- Usa los datos del menú de la actividad de inicio de la página 160 y calcula el aporte calórico total que consumiste durante los dos días. No olvides considerar las porciones ingeridas. Consulta la sección *Te recomendamos* de la página 162.
- Escribe en tu cuaderno las actividades que realizas en forma cotidiana los días que acudes a la escuela y los fines de semana.
  - ¿Consideras que tu nivel de actividad física es similar a alguna de las descripciones del punto 1? Si es afirmativo, ¿a cuál?
  - ¿Piensas que tu nivel de actividad es bajo, moderado o alto? ¿Por qué?
  - ¿Cuál deberá ser tu aporte calórico diario, según tu edad, peso y nivel de actividad física?
  - El aporte energético que consumiste durante los dos días citados, ¿es similar al que calculaste considerando tus características personales? Si tu respuesta es negativa, ¿qué consecuencias tendrás en caso de seguir con esos hábitos alimentarios? y ¿cómo afectará tu salud?
  - Si consumes más energía de la que gastas, ¿qué decisión tomarás? Justifica.

**PRACTICA**

- Alberto es un estudiante de 17 años que tiene una masa corporal de 75 kg y mide 1.60 m. Su actividad consiste en ver la televisión después de hacer la tarea y dormir hasta el día siguiente para ir a la escuela; no practica ningún deporte y consume diariamente 3 800 kcal. De acuerdo con esta información, elige la respuesta correcta.
  - Tiene una actividad sedentaria y excede su consumo de calorías; en breve padecerá obesidad.
  - Tiene una actividad ligera y no excede su consumo de calorías, porque es varón y requiere esa cantidad.
  - Tiene una actividad sedentaria y no excede su consumo de calorías, ya que su altura se lo permite; no padecerá obesidad en breve.
  - Tiene una actividad ligera y excede su consumo de calorías; padecerá obesidad en breve.

**Aprendizajes esperados:** Explica la importancia del trabajo de Lewis al proponer que, en el enlace químico, los átomos adquieren una estructura estable. Argumenta los aportes realizados por Pauling en el análisis y la sistematización de sus resultados al proponer la tabla de electronegatividad. Representa la formación de compuestos en una reacción química sencilla, a partir de la estructura de Lewis, e identifica el tipo de enlace con base en su electronegatividad.

## Tercera revolución de la Química

### Inicio

La Química nació como una ciencia formal cuando Antoine Lavoisier enunció la Ley de la conservación de la masa; este suceso marcó la primera revolución de la Química. Luego, con el trabajo de Stanislao Cannizzaro (que sirvió para establecer la distinción entre masa molecular y masa atómica) y el de Dimitri Mendeleiev (que permitió agrupar y organizar los elementos de acuerdo con sus propiedades en la tabla periódica que lleva su nombre), se dio lo que se considera la segunda revolución de la Química. Posteriormente existió una tercera: la que se desarrolló a partir de los trabajos de Gilbert N. Lewis y Linus Pauling, cuyas aportaciones estudiarás en esta secuencia.

Representa la estructura de Lewis e identifica el tipo de enlace de las siguientes sustancias.

**Individual** 1. Completa en tu cuaderno la tabla 3.5 con la información que se pide.

Nombre	Fórmula	Estructura de Lewis	Tipo de enlace	Número de electrones de valencia de cada átomo	Número de electrones en la sustancia
Metano	CH <sub>4</sub>				
Óxido de magnesio	MgO				
Bromo molecular	Br <sub>2</sub>				
Amoníaco	NH <sub>3</sub>				
Cloruro de calcio	CaCl <sub>2</sub>				
Dióxido de carbono	CO <sub>2</sub>				
Agua	H <sub>2</sub> O				

2. Responde.

- ¿Qué sustancias completan ocho electrones de valencia? ¿Cuáles no?
- ¿Cómo puedes explicar que el bromo y el hidrógeno se encuentren como moléculas y no como átomos aislados?
- ¿A qué se debe la estabilidad de los átomos en las moléculas de hidrógeno (H<sub>2</sub>) y bromo (Br<sub>2</sub>)? ¿Por qué?

3. Dibuja la estructura de Lewis y menciona el tipo de enlace del producto de la combinación de los elementos potasio y cloro. Responde lo que se pide.

- ¿Qué tipo de enlace tiene el producto?
- ¿Cuántos electrones de valencia tiene cada uno de los elementos?

**Parejas** 4. Compara tus respuestas con las de un compañero y luego verifiquen con su maestro.

## Tras la pista de la estructura de los materiales: aportaciones de Lewis y Pauling

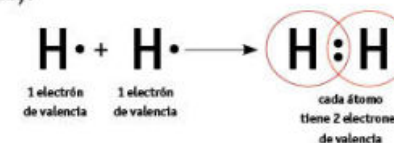
### Desarrollo

En el bloque anterior estudiaste que Gilbert N. Lewis propuso un modelo que permitió representar los electrones de valencia de los átomos de elementos (figura 3.22) y también la estructura de diferentes compuestos. Fue el primero en señalar que un enlace covalente consiste en un par de electrones compartidos, lo que lo llevó a enunciar un principio conocido como la **regla del octeto**. En este principio Lewis señaló que algunos átomos buscan completar ocho electrones en la capa de valencia para ser estables y por eso no pueden encontrarse como átomos aislados. Si los átomos de los elementos tienen un octeto incompleto, tienden a formar enlaces químicos con otros átomos para completarlo y así alcanzar la estabilidad.

Hidrógeno 1 H•	Tabla periódica Elementos 1-20							Helio 2 He•
Litio 3 Li•	Berilio 4 Be•	Boro 5 B•	Carbono 6 C•	Nitrógeno 7 N•	Oxígeno 8 O•	Flúor 9 F•	Neón 10 Ne•	
Sodio 11 Na•	Magnesio 12 Mg•	Aluminio 13 Al•	Silicio 14 Si•	Fósforo 15 P•	Azufre 16 S•	Cloro 17 Cl•	Argón 18 Ar•	
Potasio 19 K•	Calcio 20 Ca•							

3.22 Estructura de Lewis de los elementos representativos.

Si el hidrógeno sólo tiene un electrón de valencia, ¿cómo puede completar un octeto? El hidrógeno, al igual que otros átomos, no pueden completar ocho electrones a su alrededor y es una excepción a la regla. Este átomo se combina con otros para ser estable mediante la compartición del único electrón que tiene, por ejemplo, en la formación de la molécula de hidrógeno (figura 3.23).



3.23 Cuando dos átomos de hidrógeno comparten sus electrones de valencia, en su enlace participan los dos electrones.

### Estructuras de Lewis, regla del octeto y estabilidad

Las ideas ya enunciadas originaron las representaciones de Lewis e inspiraron la investigación del científico clave en el desarrollo de la tercera revolución de la Química: Linus Pauling. Como ya analizaste los elementos para estabilizarse tienden a llenar la capa de valencia con el mismo número de electrones del gas noble más cercano; es decir, en el caso del hidrógeno con dos electrones (como el helio) o en el caso de los átomos de los elementos del segundo al sexto periodos con ocho electrones, como el neón y el argón.

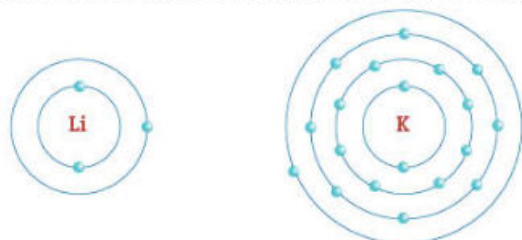
Hay dos maneras mediante las cuales un átomo adquiere electrones para alcanzar el mismo número de electrones que el átomo de un gas noble.

- Al perder o ganar electrones para conseguir una órbita llena, como la que posee el gas noble anterior o el gas noble posterior, respectivamente. Esto ocurre en los compuestos que tienen un enlace iónico.
- Al compartir electrones para formar enlaces covalentes. Esta tendencia a compartir electrones para adquirir una órbita semejante a la de un gas noble es justo el "motor" que provoca la formación de las moléculas.

#### Te recomendamos

Realizar el ejercicio interactivo acerca de la estructura de Lewis en: <http://edutics.mx/Jh4> (Consulta: 17 de junio de 2016).

La tendencia de los elementos a perder o ganar electrones depende, sobre todo, de dos factores: el tamaño de sus átomos y el número de electrones de valencia. A mayor tamaño, los electrones de valencia se encuentran más lejos del núcleo y es más fácil perderlos; y viceversa: entre más pequeños son los átomos es más fácil capturar electrones (figura 3.24).



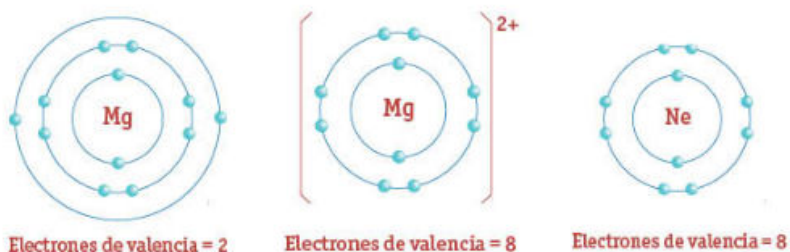
3.24 El potasio tiene un radio mayor que el litio y pierde su electrón de valencia más fácilmente que éste, que posee un radio menor.

Si el número de electrones de valencia es grande, es más sencillo capturar unos cuantos electrones para adquirir la misma cantidad del gas noble posterior, que perder muchos para obtener la cantidad de electrones del gas noble anterior. Si hay pocos electrones en la última capa, resulta más fácil perder unos pocos que capturar muchos.

**Interdisciplina**

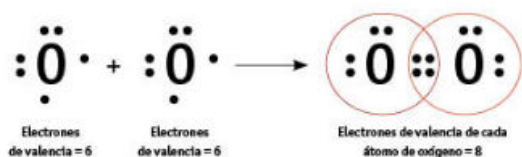
Lewis participó en la Primera Guerra Mundial; revisa el bloque 3 de tu libro de Historia 2 para recordar las causas y consecuencias de este hecho histórico.

Por ejemplo, el magnesio (Mg), que se ubica en la casilla número 12, tendría que perder dos electrones para adquirir la cantidad de electrones de valencia del neón (Ne), situado en la casilla 10 o... ;capturar seis electrones para obtener los mismos electrones que tiene el argón (Ar) situado en la casilla 18! (figura 3.25). En el primer caso, el magnesio al perder dos electrones dejaría de ser neutro y se formaría el ión  $Mg^{2+}$ .



3.25 El magnesio (Mg) pierde dos electrones, lo que resulta más fácil para obtener una capa con el mismo número de electrones de valencia que el neón (Ne).

Para el oxígeno, la situación es exactamente al revés. Al ubicarse en la casilla 16 le faltan dos electrones para adquirir la misma cantidad de electrones de valencia que tiene el neón y le sobran seis electrones respecto de los que posee el helio. Por tanto, le resulta más fácil capturar dos... ;que perder seis! (figura 3.26).

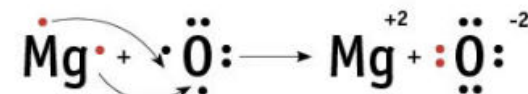


3.26 El oxígeno no siempre gana electrones; esto depende del átomo con el cual se una.

Un átomo de oxígeno frente a otro átomo de oxígeno forma una molécula diatómica: el oxígeno molecular ( $O_2$ ), en el que se comparten cuatro electrones mediante un enlace doble.

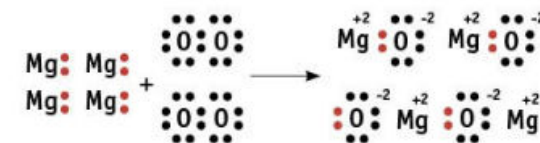


El magnesio (Mg) reacciona fácilmente con el oxígeno ( $O_2$ ) y entonces se forma una sustancia muy estable: el óxido de magnesio ( $MgO$ ), como se aprecia en la figura 3.27.



3.27 La transferencia de dos electrones de valencia del magnesio al oxígeno causa que el átomo de este último complete un octeto de electrones. Por tanto, el óxido de magnesio es más estable que los átomos aislados del magnesio y el oxígeno.

En esta reacción química se produce gran cantidad de iones  $Mg^{2+}$  y  $O^{2-}$ , que se unen mediante un enlace iónico, que es resultado de las interacciones electrostáticas entre todos los iones ya formados (figura 3.28). Los iones conforman arreglos que se repiten de manera regular en tres dimensiones.

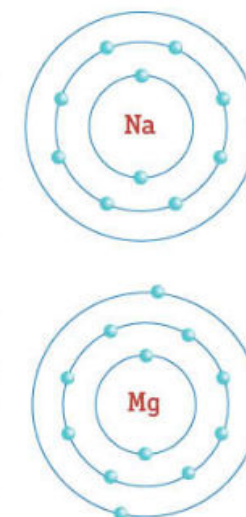


3.28 En la reacción química de formación del óxido de magnesio, a partir de magnesio metálico y oxígeno molecular, se produce gran cantidad de iones  $Mg^{2+}$  y  $O^{2-}$ , los cuales se unen mediante un enlace iónico.

Estas son algunas consideraciones interesantes relacionadas con la regla del octeto y la capa de valencia tipo gas noble.

- La escasez de electrones obliga a la formación de enlaces por medio de la compartición de pares de electrones. Un átomo de bromo no puede existir aislado porque le falta un electrón para completar su octeto, así que la única manera de que tenga ocho electrones es formar un enlace covalente con otro átomo de bromo.
- En general los electrones se comparten de dos en dos. El modelo de Lewis no contempla enlaces de un electrón ni de tres electrones ni de alguna otra cifra.
- Las capas de valencia tipo gas noble son las que aportan estabilidad a los átomos (la más común es la de ocho electrones). Las moléculas de cloro ( $Cl_2$ ) y los iones cloruro ( $Cl^-$ ) son más estables que los átomos sueltos de cloro (Cl).

El número de electrones de valencia determina el número de enlaces que un átomo puede formar. Además, la regla del octeto permite predecir cuáles elementos pueden combinarse en un enlace químico y cuáles no. Por ejemplo, el sodio reacciona con el cloro al ceder su único electrón de valencia para formar una especie más estable: el cloruro de sodio (NaCl). Sin embargo, no reacciona con un átomo de magnesio porque en la combinación ninguno adquiere ocho electrones alrededor y mucho menos una capa similar a la que posee un gas noble (figura 3.29).



3.29 El sodio tiene un electrón en su capa de valencia y el magnesio dos; al unirse no completan ocho electrones.

Además del modelo de representación de electrones de valencia y enlaces, en 1923 Lewis formuló una teoría para las reacciones ácido-base que revisarás en el siguiente bloque. Con esta nueva teoría y la regla del octeto, Lewis logró establecer un puente entre el conocimiento químico tradicional y los descubrimientos de la física moderna de principios del siglo xx.

### Glosario

**Termodinámica:** rama de la Física que estudia los cambios de energía en un sistema.

**Fotón:** partícula invisible que se mueve siempre a la velocidad de la luz.

**Deuterio:** isótopo de hidrógeno que posee un neutrón y un protón en su núcleo.

**3.30** La fosforescencia es un fenómeno que presentan ciertas sustancias con la propiedad de absorber energía, almacenarla y luego emitirla en forma de luz.

También realizó otras aportaciones:

**1923-** Publicó sus resultados acerca de la determinación de la energía libre de varias reacciones y sus contribuciones a la **termodinámica**.

**1926-** Acuñó el término **fotón** al referirse a un tipo de ondas electromagnéticas.

**1933-** Fue el primero en producir una muestra pura de óxido de **deuterio** (agua pesada).

En los últimos años de su vida probó que la fosforescencia (figura 3.30) de algunas moléculas se debe a sus propiedades magnéticas.



Representa, mediante las estructuras de Lewis, los átomos y el producto de su reacción química.

#### Individual

- Dibuja las estructuras de Lewis de los reactivos y los productos de las siguientes reacciones químicas. No olvides que los elementos tienden a formar capas similares a las del gas noble más cercano.
  - $$2\text{Na} + \text{Cl}_2 \longrightarrow 2\text{NaCl}$$

Sodio      Cloro      Cloruro de sodio
  - $$2\text{H}_2 + \text{O}_2 \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O}$$

Hidrógeno      Oxígeno      Agua
  - $$\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \longrightarrow 2\text{NH}_3$$

Nitrógeno      Hidrógeno      Amoníaco
  - $$\text{H}_2 + \text{Cl}_2 \longrightarrow 2\text{HCl}$$

Hidrógeno      Cloro      Ácido clorhídrico
  - $$2\text{Cl}_2 + \text{C} \longrightarrow \text{CCl}_4$$

Cloro      Carbono      Tetracloruro de carbono
- Responde lo que se pide.
  - ¿Qué productos se forman por la transferencia de electrones entre los átomos que se combinaron? ¿Qué tipo de enlace presentan?

- ¿Qué productos se forman por la compartición de electrones entre los átomos combinados? ¿Qué tipo de enlace presentan?
- ¿Cuál es la importancia de que los átomos tiendan a adquirir una estructura estable?

- Indica el átomo con el cual el litio (Li) puede reaccionar para formar una especie estable.

Potasio (K)	Neón (Ne)	Flúor (F)	Calcio (Ca)	Helio (He)
-------------	-----------	-----------	-------------	------------

- ¿Qué elemento elegiste? Justifica tu elección.
- Escribe la estructura de Lewis del compuesto que se forma.

- Verifica tus respuestas con ayuda del maestro.

### Pauling: la electronegatividad o la atracción de electrones en los enlaces

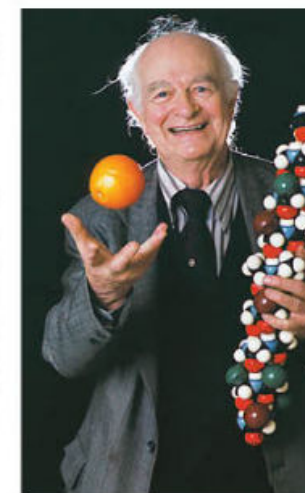
La energía química se relaciona con la ruptura y la formación de enlaces. Al sumar la energía que se usa para romper los enlaces de los reactivos y restar la que se libera cuando se forman los enlaces de los productos puede determinarse la energía asociada a una reacción química. A la energía que se usa para romper un enlace químico se le conoce como **energía de enlace**.

Linus Pauling (figura 3.31) supuso que la energía de enlace entre átomos de distintos elementos (A-B, por ejemplo) debería ser el promedio de las energías de enlace de las moléculas diatómicas de éstos (A-A y B-B, por ejemplo); sin embargo, no es así. La realidad es que la energía de enlace del HCl es mayor que el promedio de las energías de enlace de  $\text{H}_2$  y  $\text{Cl}_2$ . Pauling pensó que había algo que aumentaba la energía de enlace. Una posibilidad era que los electrones no se compartieran en forma equitativa entre el hidrógeno y el cloro, es decir, que uno de ellos atrajera más electrones que el otro. Esto provocaría la formación de pequeñas cargas fraccionarias en los extremos de la molécula, en otras palabras, la aparición de dos polos eléctricos: uno ligeramente positivo y el otro ligeramente negativo.

A la compartición de electrones se le sumaría la atracción electrostática entre las cargas opuestas de los polos eléctricos formados. Como vimos antes, en el caso del ácido clorhídrico es el cloro el que atrae más a los electrones que se comparten. A la capacidad de un átomo para atraer los electrones en un enlace Pauling la denominó **electronegatividad** y se representa con la letra griega  $\chi$  (chi).

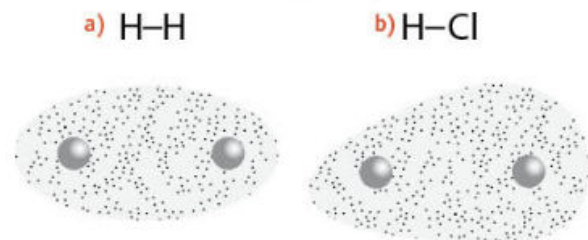
### Polaridad

Cuando se forma un enlace entre dos átomos de distintos elementos, la región donde se mueven los electrones compartidos queda más cerca del átomo más electronegativo. Por ejemplo, en el caso de la molécula de hidrógeno molecular ( $\text{H}_2$ ), como ambos átomos son del mismo elemento, la región donde se mueven los electrones del enlace es totalmente simétrica y se distribuye por igual entre ambos. En cambio, en el caso del ácido clorhídrico (HCl) la zona de los electrones se distorsiona hacia el cloro, porque éste es más electronegativo que el hidrógeno.



**3.31** Linus Pauling (1901-1994), químico estadounidense, recibió el premio Nobel de Química en 1954 por su investigación acerca de la naturaleza del enlace químico.

En la figura 3.32 se muestra el resultado de la interacción entre átomos del mismo elemento y entre átomos donde uno es más electronegativo que el otro.

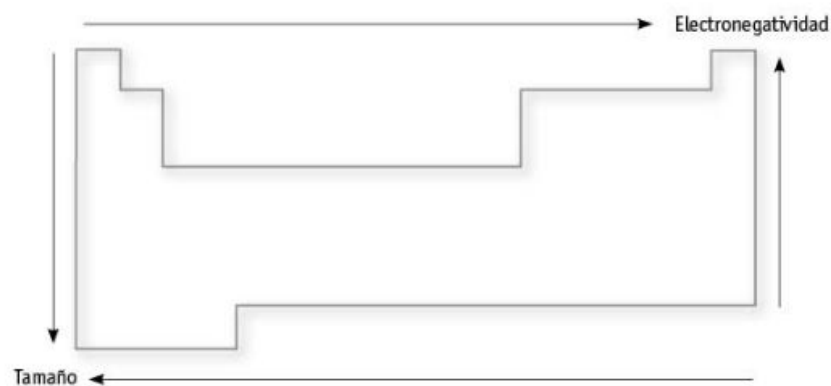


3.32 La zona donde se mueven los electrones: a) es igual entre átomos del mismo elemento, b) entre átomos donde un elemento es más electronegativo que el otro, por lo que se distorsiona hacia él.

La mayoría de los enlaces no es totalmente covalente ni iónico, sino que se ubica en algún lugar entre estas dos situaciones extremas. Así, más que dos tipos distintos, el enlace químico es una gama que va desde la total covalencia hasta la total ionicidad. En el caso del ácido clorhídrico (HCl) puede decirse que tiene 20% de carácter iónico y 80% de carácter covalente.

La electronegatividad de los elementos se relaciona con la facilidad que tienen sus átomos para capturar electrones y la dificultad para perderlos.

A su vez, esto también se asocia con el tamaño del átomo: los elementos con tamaño pequeño, los no metálicos, son muy electronegativos; en tanto que los grandes, por lo general metales, son poco electronegativos (figura 3.33).



3.33 En la silueta de la tabla periódica se indica cómo aumenta la electronegatividad y el tamaño de los átomos en la tabla periódica.

### Glosario

**Prueba nuclear:** ensayo de la detonación de un arma nuclear para evaluar su funcionamiento y sus alcances.

Linus Pauling es una de las pocas personas que han recibido el premio Nobel en más de una ocasión; además del galardón en Química, recibió el de la Paz en 1962 por su campaña contra las pruebas nucleares terrestres. En 1939 publicó su obra más importante relacionada con la naturaleza del enlace químico, en la cual desarrolló las matemáticas que permiten explicar la geometría de las partículas de algunas sustancias.

Otro aspecto excepcional de Pauling fue la diversidad de sus investigaciones, porque se enfocó en distintas áreas científicas, como Química, Biología y Medicina. Por estas contribuciones se le considera uno de los 20 científicos más grandes de todos los tiempos y se ha señalado que, junto con Galileo, Newton y Einstein, fue uno de los mayores pensadores y visionarios del milenio pasado.

## Uso de la tabla de electronegatividad

Pauling señaló que la polaridad de un enlace varía de manera continua desde el enlace covalente hasta el enlace iónico dependiendo de las electronegatividades de los dos átomos unidos. Si éstos son del mismo elemento, ambos tienen la misma capacidad para atraer los electrones del enlace y ninguno gana, así que el enlace es covalente "puro". Si los átomos enlazados son apenas diferentes, entonces uno atrae los electrones más que el otro y se forman polos eléctricos, lo que se denomina **enlace covalente polar**. En cambio, si los átomos son muy diferentes, los dos electrones del enlace se moverían en los alrededores del átomo más electronegativo; así estaríamos en el otro extremo: el de los **enlaces iónicos**. Es posible identificar el tipo de enlace como iónico, covalente polar o covalente puro al realizar una resta entre los valores de electronegatividad de los átomos unidos entre sí (tabla 3.6).

Fórmula	Ejemplos de sustancias con diferentes tipos de enlace
$\text{Na}^+ \cdot \text{Cl}^-$	Enlace iónico porque forma polos eléctricos.
$\text{F} \cdot \text{F}$	Enlace covalente no polar porque ambos átomos poseen la misma capacidad para atraer electrones.
$\text{H} \cdot \text{O} \cdot \text{H}$	Enlace covalente polar; los átomos tienen diferente capacidad para atraer electrones.

Considerando lo anterior, Pauling sistematizó en una tabla la electronegatividad atómica (figura 3.34). Como puedes observar, el flúor (F) tiene el valor más alto de electronegatividad: 4.16. Es un no metal y posee un radio atómico relativamente pequeño, así que este átomo atraerá con más fuerza a los electrones de valencia de cualquier otro átomo.

3.34 Tabla de electronegatividad de los átomos.

H 2.30																	He
Li 0.91	Be 1.58											B 2.05	C 2.54	N 3.07	O 3.61	F 4.16	Ne
Na 0.87	Mg 1.29											Al 1.61	Si 1.92	P 2.25	S 2.59	Cl 2.87	Ar
K 0.73	Ca 1.03	Sc 1.2	Ti 1.3	V 1.4	Cr 1.5	Mn 1.6	Fe 1.7	Co 1.8	Ni 1.9	Cu 1.8	Zn 1.6	Ga 1.76	Ge 1.99	As 2.21	Se 2.42	Br 2.69	Kr 2.97
Rb 0.71	Sr 0.96	Y 1.0	Zr 1.1	Nb 1.2	Mo 1.4	Tc 1.5	Ru 1.7	Rh 1.8	Pd 1.9	Ag 2.0	Cd 1.5	In 1.66	Sn 1.82	Sb 1.98	Te 2.16	I 2.36	Xe 2.58
Cs 0.66	Ba 0.88													Hg 1.76			

Tabla 3.7 Tipo de enlace según la diferencia de electronegatividad

Tipo de enlace	Valor de la diferencia de $\chi$
Covalente puro	0
Covalente polar	Mayor que 0 y menor que 1.7
Iónico	Igual o mayor que 1.7

El átomo menos electronegativo es el cesio (Cs) con un valor de 0.66. Se trata de un metal y es el átomo que posee el mayor radio atómico, así que tiende a perder su electrón de valencia con mucha facilidad.

A partir de la diferencia de electronegatividades ( $\Delta\chi = \chi_B - \chi_A$ ) entre los átomos enlazados es fácil estimar si el enlace es covalente "puro", covalente polar o iónico, como se resume en la tabla 3.7.

### Interdisciplina

Linus Pauling fue uno de los principales personajes que instaron a las potencias Estados Unidos de América, Unión Soviética y Gran Bretaña a firmar un tratado de prohibición de pruebas nucleares, que entró en vigor el 10 de octubre de 1963. El mismo día, el Comité Noruego del Nobel anunció que Linus Pauling había ganado el Premio Nobel de la Paz que se había aplazado desde 1962. Reflexiona de qué manera las acciones de este científico son un ejemplo de corresponsabilidad como compromiso social y político con situaciones que afectan a las comunidades, a las naciones y a la humanidad, que revisaste en el bloque 2 de tu curso de Formación Cívica y Ética 2.

Para predecir el tipo de enlace que se formará entre el sodio y el cloro deben buscar sus respectivas electronegatividades y después restarlas.

$\chi_{Na}$	$\chi_{Cl}$	$\chi_{Cl} - \chi_{Na}$	$\Delta\chi$
0.87	2.87	2.87 - 0.87	2.0

Como ves, el enlace entre el sodio y el cloro es de tipo iónico.

Otro ejemplo: para saber qué tipo de enlace se forma entre el nitrógeno y el hidrógeno en el amoníaco ( $NH_3$ ) se buscan sus respectivas electronegatividades y se calcula la diferencia.

$\chi_N$	$\chi_H$	$\chi_N - \chi_H$	$\Delta\chi$
3.07	2.30	3.07 - 2.30	0.77

En este caso, el enlace es covalente polar.

En cuanto a la molécula diatómica de flúor ( $F_2$ ), los dos átomos tienen la misma electronegatividad, de manera que el enlace formado es covalente no polar.

$\chi_F$	$\chi_F$	$\chi_F - \chi_F$	$\Delta\chi$
4.19	4.19	4.19 - 4.19	0.0

Las aportaciones de Lewis y Pauling al tema del enlace químico impulsaron lo que se conoce como la tercera revolución de la Química. La propuesta de Lewis fue que el enlace covalente consiste en la compartición de pares de electrones y que el acomodo de los electrones de valencia en órbitas similares a las de los gases nobles proporciona una estabilidad adicional a las partículas. Además dotó a los químicos una manera gráfica y simple de representar las pequeñísimas e invisibles partículas: las estructuras de puntos y líneas que llevan su nombre. Por su parte, Pauling amplió el concepto del enlace al hacernos comprender, mediante su concepto de electronegatividad, que el enlace covalente y el iónico, más que tipos distintos son los extremos de una sola interacción: el enlace químico.

### Cierre

Identifica el tipo de enlace de acuerdo con su diferencia en electronegatividad y representa las reacciones de formación de sustancias mediante estructuras de Lewis.

- Individual** 1. Completa la tabla 3.8 con los valores de electronegatividad para cada átomo participante en el enlace que se indica, calcula la diferencia de electronegatividad e identifica el tipo de enlace que hay entre los átomos que las constituyen.

Tabla 3.8 Diferencia de electronegatividad de sustancias y tipo de enlace

Nombre del compuesto	Considera el enlace A-B	$X_A$	$X_B$	Diferencia de electronegatividad ( $\Delta X = X_A - X_B$ )	Tipo de enlace
Cloruro de calcio ( $CaCl_2$ )	Ca-Cl				
Trifluoruro de nitrógeno ( $NF_3$ )	N-F				
Ozono ( $O_3$ )	O-O				
Etano ( $C_2H_6$ )	C-H				
Monóxido de carbono (CO)	C-O				
Dióxido de silicio ( $SiO_2$ )	Si-O				
Yodo ( $I_2$ )	I-I				
Cloruro de Cesio (CsCl)	Cs-Cl				
Cloruro de potasio (KCl)	K-Cl				
Dióxido de carbono ( $CO_2$ )	C-O				
Ácido bromhídrico (HBr)	H-Br				
Óxido de calcio (CaO)	Ca-O				
Sulfuro de hidrógeno ( $H_2S$ )	H-S				

- Identifica el tipo de enlace en las sustancias que aparecen en la tabla 3.5 de la página 166. Calcula la diferencia de electronegatividad de los átomos de la sustancia. ¿Coinciden los resultados con tus predicciones? ¿Por qué?
- Balancea las ecuaciones químicas y represéntalas mediante estructuras de Lewis.
  - $\underline{\quad} K + \underline{\quad} Cl_2 \rightarrow \underline{\quad} KCl$
  - $\underline{\quad} C + \underline{\quad} O_2 \rightarrow \underline{\quad} CO_2$
  - $\underline{\quad} H_2 + \underline{\quad} Br_2 \rightarrow \underline{\quad} HBr$
  - $\underline{\quad} Ca + \underline{\quad} O_2 \rightarrow \underline{\quad} CaO$
  - $\underline{\quad} N_2 + \underline{\quad} F_2 \rightarrow \underline{\quad} NF_3$
- A partir de lo que establece la regla del octeto indica cuál es el producto de la siguiente reacción y realiza lo que se indica a continuación.  $Li + Cl_2 \rightarrow$ 
  - Predice la fórmula condensada del producto y escribe la ecuación química completa (reactivos-flecha-productos).
  - Balancea la ecuación (si es necesario).
  - Determina si el producto presenta enlace iónico o covalente.
  - Escribe la ecuación química representando cada sustancia con estructuras de Lewis.

### PRACTICA

- El fluoruro de cesio es una sustancia que se disuelve en agua y conduce corriente eléctrica en disolución. El valor de la electronegatividad del flúor es 4 y el del cesio es 0.66. El enlace entre estos dos átomos es de tipo:
  - a) Covalente polar.
  - b) Covalente no polar.
  - c) Iónico.
  - d) Metálico.



## Comparación y representación de escalas de medida

### Inicio

Si piensas en el Universo, te darás cuenta de que hay objetos muy grandes, como el Sol o los planetas; otros no tan grandes como los que te rodean; algunos pequeños, como los insectos, y finalmente otros aún más pequeños, como las células, los átomos y los electrones. Todos estos objetos o partículas se pueden medir, y para ello se requieren instrumentos y unidades especiales.

#### Interdisciplina

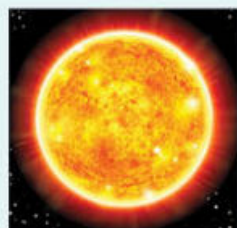
Revisa en tu libro de Matemáticas 1, en el bloque 5, el tema de uso de notación científica para realizar cálculos de cantidades muy grandes o muy pequeñas.

Medir y contar son actividades que el ser humano realiza desde la Antigüedad. Sin embargo, ¿cómo medir o contar lo que nuestros sentidos no pueden percibir? Por ejemplo, los átomos, las moléculas y todo aquello que forma parte del mundo que no podemos ver a simple vista. Para ello se han ideado diversas formas y creado métodos a partir de la observación indirecta y con instrumentos sofisticados. En esta secuencia conocerás las dimensiones de objetos en la escala astronómica y microscópica; además aprenderás a utilizar el mol, una unidad de medida que permite determinar la cantidad de partículas microscópicas.

Compara objetos con dimensiones en la escala astronómica y microscópica.

#### Individual

1. Registra en una tabla, en tu cuaderno, la longitud y la masa de los objetos que se ilustran a continuación. Utiliza notación científica.



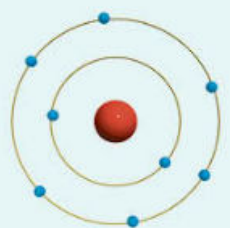
Diámetro del Sol: 1392684 km.  
Masa: 1.9891 quintillones kg.



Diámetro de la Tierra: 12742 km.  
Masa: 59721.9 quintillones kg.



Estatura promedio de un mexicano: 1.64 m.  
Masa: 74.8 kg.



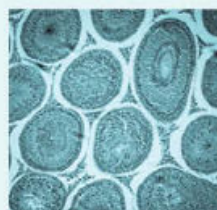
Diámetro de un átomo de oxígeno = 0.000000000060 m.



Altura de la Catedral metropolitana: 60 m.



Longitud de un frijol negro: 0.013 m.  
Masa: 0.00005 kg.



Diámetro promedio de las células en nuestro cuerpo: 0.00005 m.  
Masa promedio de una célula: 0.000000001 kg.



Diámetro de una molécula de agua: 0.000000000275 m.

2. Haz los cálculos pertinentes para determinar cuánto más grande o más pesado es un objeto respecto de otro. Representa tus resultados en notación científica.

Después, contesta.

- ¿Qué objeto tiene un diámetro mayor: la Tierra o el Sol?
  - ¿Qué objeto tiene mayor diámetro: una molécula de agua o un átomo de oxígeno?
  - ¿Qué objeto tiene mayor masa: una semilla de frijol o una célula?
3. Supón que tomaste el frijol de una bolsa que contiene 1 kg. Considerando que la masa de un solo frijol es de 0.00005 kg, haz lo que se te pide a continuación.
- Describe qué harías para saber cuántos frijoles hay en esa bolsa sin tener que abrirla.
  - Haz los cálculos pertinentes para saber cuántos frijoles hay en la bolsa sin que la abras.
4. Compara tus respuestas con las de un compañero y comenten su propuesta de la bolsa de frijoles.

#### Pareja

## Escalas y representación

En la actividad anterior expresaste y comprobaste las longitudes y masas en notación científica de diferentes objetos. Lo conseguiste porque a lo largo de la historia el ser humano creó métodos para determinar las dimensiones de los objetos. Pero ¿cómo lo hizo? Primero debes considerar que medir se trata de comparar; por ejemplo, al comparar la estatura de un joven con el largo de un lápiz, podríamos decir: "Juan es 10 veces más alto que un lápiz" o "Juan mide 10 lápices de estatura". En este caso, la estatura de Juan está en una proporción de 10:1 respecto de la longitud del lápiz. Entonces, una escala son las proporciones que hacen posible la medición de una magnitud.

Ahora reflexiona lo siguiente: ¿cuántos lápices habría entre la Tierra y el Sol si pudiéramos colocarlos en filas, uno tras otro? Estas cuestiones no son fáciles de responder porque en nuestra vida cotidiana generalmente comparamos objetos con nuestro tamaño, es decir, con la escala humana. La distancia entre la Tierra y el Sol excede por mucho esa escala.

Como una segunda alternativa podemos comparar las dimensiones utilizando dibujos o esquemas, es decir, **representaciones**, como en la actividad inicial, si el átomo fuera del tamaño de un chícharo, el espacio donde se mueven los electrones sería como el de un estadio de fútbol (figura 3.35). En general, nos resulta más fácil comprender las dimensiones de objetos que son cercanas al tamaño de las personas; es decir, que se compara con la escala humana, la cual se utiliza como referencia y se mide en metros. Sin embargo, imaginar distancias entre ciudades o continentes; la magnitud de objetos tan grandes como el Sol, o tan pequeños como una célula, resulta un tanto difícil.

Con los microscopios se ha podido ver de forma directa las células, mientras que la composición elemental de una sustancia se puede determinar de forma indirecta mediante microscopios más avanzados, como el electrónico de barrido (figura 3.36). Por otro lado, para observar objetos que se encuentran en el espacio exterior se utilizan los telescopios.

La notación científica facilita el manejo de las dimensiones de objetos de diversos tamaños, sobre todo de aquellas cantidades con muchos dígitos. Como seguro has experimentado, dicha notación es muy útil porque así es más fácil realizar comparaciones entre objetos como el Sol y la Tierra o una semilla y una célula.

### Desarrollo



3.35 ¿Cómo representarías el tamaño de un electrón en el estadio?



3.36 Imágenes tomadas con un microscopio electrónico de barrido. a) Las células rojas de la sangre miden en promedio  $7 \times 10^{-4}$  m. b) El grosor de un cabello es de  $1 \times 10^{-2}$  m. ¿Qué tanto más grande es un cabello que una célula de la sangre?



3.37 La masa de biomoléculas como las proteínas, los carbohidratos y el ADN se determina mediante una técnica moderna denominada espectrometría de masas.

### Dimensiones de los átomos y las moléculas

Alguna vez habrás discutido con tus compañeros, o alguna otra persona, quién es más alta o quién pesa más. En tu grupo hay una gran diversidad de pesos y estaturas, a pesar de que todos los alumnos son casi de la misma edad. Sin embargo, esa diversidad no es nada en comparación con la extraordinaria variedad de masas y tamaños que poseen los objetos del Universo.

Empecemos por lo pequeño. Para que te des una idea de lo increíblemente pequeñas que son las partículas que componen la materia, reflexiona sobre lo siguiente: en un gramo de hidrógeno hay cerca de un cuatrillón de átomos. Además, la masa de un átomo de hidrógeno es muy próxima a  $1.6737 \times 10^{-27}$  kg y no puede ser medida en forma directa con la balanza más sofisticada, mucho menos con la que usas en el laboratorio.

Los átomos, a su vez, están constituidos por protones, neutrones (en el núcleo) y electrones. Al comparar la masa de un protón ( $1.6726 \times 10^{-27}$  kg) y la de un electrón ( $9.1094 \times 10^{-31}$  kg), se encuentra que el primero es aproximadamente 1836 veces más pesado.

Dado que los protones son más pesados que los electrones, se dice que la masa de los protones representa la mayor proporción de la masa total de un átomo (figura 3.37); sin embargo, el espacio que ocupa un átomo está delimitado por la zona en que se desplazan los electrones. Los átomos tienen diámetros de alrededor de  $1 \times 10^{-10}$  m, que equivale a 1 Angström (Å). Si comparamos este diámetro con algún objeto que nos es más familiar, como el grosor de un cabello, encontramos que un átomo es cien mil veces más pequeño.

#### Glosario

**Angström:** unidad empleada principalmente para expresar longitudes de onda, distancias moleculares y atómicas.

Determina de manera indirecta el número de partículas que hay en un sistema, sin contarlas de manera individual.

#### Material

1 kg de semillas (pueden ser frijoles, lentejas o garbanzos), 1 bolsa de plástico con cierre deslizable y una balanza.

#### Medidas de seguridad

En esta actividad no se usarán sustancias tóxicas.

#### Procedimiento

##### Equipo

1. Midan la masa de las cantidades de semillas que se indican en la tabla 3.9. Elijan un tipo de semilla y midan la masa de la cantidad de semillas que se indican. Asígnenle un nombre arbitrario.

Número de semillas	1	10	12	30	50	100
Masa (g)						

2. Determinen la masa de la bolsa de semillas llena y después midan la masa de la bolsa vacía. Consideren este último valor para restarlo al valor total.

#### Análisis de resultados

3. Respondan.

- ¿Cuánto pesa una decena de semillas?, ¿y una centena? Sin utilizar la balanza, ¿cuánto pesa una sola semilla? Utilicen los datos de la tabla 3.9.
- Determinen el número de semillas que hay en la bolsa; háganlo sin contar una por una y describan cómo lo hicieron.
- ¿Cuántas medias docenas hay en la bolsa?, ¿cuántas docenas, docenas y centenas?
- ¿Emplearían este procedimiento para calcular el número de semillas contenidas en un vaso pequeño?, ¿o las contarían una por una? ¿Y si se tratara de un costal lleno de semillas cuyo peso es de 60 kg?

#### Grupo

4. Compartan sus resultados con los de otros equipos.

#### Manejo de residuos

Pueden guardar las semillas para usarlas en experimentos futuros.

#### Te recomendamos

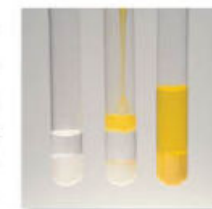
Leer el libro *Las "nanoaventuras" del maestro Fonseca*, México, Abdo Producciones, 2011 (Libros del Rincón). Descubre el mundo de lo pequeño, lo invisible al ojo humano y cómo ayuda en todos los campos de la vida.

## Unidad de medida: mol

Como ya lo has estudiado, la masa de un átomo depende en gran medida del número de partículas que contiene en el núcleo (protones y neutrones). Por tanto, conforme aumenta el número atómico y en general el número de partículas en los átomos, también se incrementará su masa. Dado que la masa de los átomos es de un orden de magnitud muy pequeño, no es usual expresarla en gramos, sino en forma de masa relativa. En la actividad anterior encontraste una forma de determinar el número de semillas en una bolsa sellada y resolviste el problema al determinar la masa de una cantidad determinada de semillas, como una decena, centena e incluso de un conjunto que tú mismo propusiste. También calculaste cuánto pesaba una semilla; entonces, podemos considerarla una manera arbitraria. De modo semejante se determinó que las masas de los átomos pueden expresarse en relación con el más ligero de todos, es decir, el átomo de hidrógeno. Por ejemplo, para determinar qué tan pesado es un átomo de carbono respecto al de hidrógeno, sólo se realiza una división de la masa de un átomo de hidrógeno-1 ( $1.67 \times 10^{-24}$  g) entre la de un átomo de carbono-12 ( $1.99 \times 10^{-23}$  g). El resultado de esta operación es 12 y se expresa en una unidad denominada "unidad de masa atómica" (uma). De esta forma, la masa atómica relativa del átomo de carbono-12 es de 12 uma (en la tabla periódica es posible consultar la masa atómica relativa de todos los elementos).

Una **uma** es una unidad arbitraria que sirve para expresar la masa de átomos y moléculas; se define como la doceava parte de la masa de un átomo de carbono-12 y es igual a  $1.67 \times 10^{-27}$  kg. En todas las reacciones químicas que has revisado hasta ahora está involucrada una gran cantidad de átomos, moléculas o iones (figura 3.38). ¿De qué manera se puede determinar el número exacto de partículas que participan en una reacción química? ¿Es posible contar, una por una, cada partícula? Debido a las dimensiones de dichas partículas, es difícil contarlas una por una, por lo que es necesario hacerlo en forma indirecta.

Los químicos acordaron determinar el número de partículas que hay en cierta cantidad de un elemento. Se eligió usar una cantidad igual a la masa relativa del carbono, pero expresada en gramos, es decir, 12 g, y se determinó que el número de átomos en 12 g de carbono era igual a un número muy grande: el **número de Avogadro** ( $N_A$ ), nombrado así en honor de Amadeo Avogadro (figura 3.39), y que es igual a  $N_A = 6.023 \times 10^{23}$ . A este conjunto de partículas se le denominó **mol**.



3.38 En una reacción química, como la del cloruro de potasio, participan átomos de potasio y moléculas de cloro para formar cloruro de potasio. Es importante saber cuántos átomos reaccionaron.



3.39 Amadeo Avogadro (1776-1856), químico italiano que, junto con otros químicos, estableció al mol como unidad de medida.



3.40 Cada vez que aspiramos inhalamos aproximadamente 50 millones de moléculas de aire.

En Química, los átomos, las moléculas, los iones y los electrones, entre otros, se cuentan por moles, de manera similar a como se usan la docena (12) y la gruesa (144), es decir, como un número acorde con la cantidad de cosas que se están contando. Entonces, ¿cuántos átomos de carbono hay en 2 moles de carbono? La respuesta es sencilla; sólo se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Número de átomos} = 2 \text{ moles} \times \left( \frac{6.023 \times 10^{23} \text{ átomos}}{1 \text{ mol de átomos}} \right) = 1.204 \times 10^{24} \text{ átomos}$$

El mol se utiliza para medir cantidades de moléculas (figura 3.40), iones y electrones, incluso podría usarse para cuantificar objetos cotidianos, como granos de sal, arena y semillas. Sólo es necesario recordar que un mol de cualquier cosa es igual al valor del número de Avogadro.

Si el  $N_A$  se determinó usando como base una unidad de masa relativa del átomo de carbono, ¿qué sucedería si en el cálculo se utiliza una unidad de masa relativa de cualquier otro elemento? La selección de un elemento u otro no cambia el resultado; por ejemplo, si se hubiera usado como base la masa atómica relativa del oxígeno, medida en gramos (16 g), el resultado sería que en dicha cantidad es posible encontrar  $6.023 \times 10^{23}$  átomos de oxígeno, es decir, en 16 g de oxígeno hay exactamente 1 mol de átomos de oxígeno. A la masa de un mol de partículas de cualquier sustancia expresada en gramos se le denomina masa molar; así, la del oxígeno es de 16 g/mol. ¿Cómo se obtiene la masa molar de los elementos restantes?

La **masa molar** de un elemento está estrechamente relacionada con su masa atómica relativa, puesto que un mol de átomos de cada elemento tiene una masa igual a la masa relativa expresada en gramos (figura 3.41). Así que, para obtener la masa molar es necesario ubicar en la tabla periódica la masa atómica relativa de cada elemento. Por ejemplo, la masa atómica relativa del hidrógeno es de 1.01 uma; dicha cantidad se expresa en gramos y es igual a 1.01 g. De este modo, la masa molar del átomo de hidrógeno es igual a 1.01 g/mol, o de manera similar, un mol de átomos de hidrógeno tienen una masa igual a 1.01 gramos.

También es posible calcular la masa molar de las moléculas, para lo cual debe conocerse el número, el tipo de átomos que la forman y las masas molares de cada elemento.

Por ejemplo, para calcular la masa de un mol de moléculas de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) es necesario recordar que cada una está formada por un átomo de carbono y dos de oxígeno. Las masas molares de cada uno de estos átomos son 12 g/mol y 16 g/mol. Para calcular la masa de 1 mol de moléculas se deben sumar las masas molares de todos los átomos indicados en la fórmula química de la molécula. Para el caso del dióxido de carbono se debe realizar lo siguiente.

$$\begin{array}{ll} 1 \times 12 \text{ g/mol} = 12 \text{ g/mol} & \text{Masa molar del dióxido de carbono:} \\ 2 \times 16 \text{ g/mol} = 32 \text{ g/mol} & 12 \text{ g/mol} + 32 \text{ g/mol} = 44 \text{ g/mol} \end{array}$$

Del mismo modo puedes calcular la masa molar del cloruro de sodio (NaCl) sumando las masas molares de los elementos que lo constituyen. La masa molar del sodio (Na) es de 22.9 g/mol y la del cloro (Cl), 35.5 g/mol.

$$\begin{array}{ll} 1 \times 22.99 \text{ g/mol} = 22.9 \text{ g/mol} & \text{Masa molar del cloruro de sodio:} \\ 1 \times 35.5 \text{ g/mol} = 35.5 \text{ g/mol} & 22.9 \text{ g/mol} + 35.5 \text{ g/mol} = 58.4 \text{ g/mol} \end{array}$$



3.41 Cada recipiente con diferentes sustancias contiene un mol de compuesto.

Ahora podrías preguntarte: ¿cuántos moles de cloruro de sodio hay en 200 g de esta sustancia? Para responder es necesario dividir esta cantidad (200 g) entre la masa molar que ya conoces:

$$200 \text{ g de NaCl} \times \left( \frac{1 \text{ mol}}{58.4 \text{ g}} \text{ NaCl} \right) = 3.4 \text{ mol de NaCl}$$

De esta forma, en 200 g de sal común hay 3.4 mol de NaCl.

La humanidad ha aprendido a medir todo tipo de parámetros físicos y químicos. Midiendo y comparando hemos logrado darnos cuenta de las dimensiones del Universo: lo infinitamente grande hacia las estrellas, como el Sol, y lo infinitamente pequeño hacia los átomos. En Química, las reacciones se dan entre una cantidad enorme de partículas; sin embargo, éstas son tan pequeñas que las expresamos mediante el concepto mol y el número de Avogadro ( $6.023 \times 10^{23}$ ).

Te recomendamos

Leer la información sobre la Ley de Avogadro en: <http://edutics.mx/Z6n> y si deseas profundizar acerca del mol en: <http://edutics.mx/JhJ> (Consultadas: 24 de enero de 2017).

Cierre

Relaciona la masa de la sustancia con el mol para determinar la cantidad de sustancia.

Pareja

1. Organízate con un compañero y consulten las masas molares en la tabla periódica. Completen la tabla 3.10 investiguen la masa atómica y la masa molar de los átomos que se indican. Calculen también el número de moles y el número de átomos según sea el caso.

2. Calculen la masa molar de estas sustancias.

- a) Agua ( $\text{H}_2\text{O}$ )
- b) Etanol ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{O}$ )
- c) Glucosa ( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ )
- d) Metano ( $\text{CH}_4$ )
- e) Amoniac ( $\text{NH}_3$ )
- f) Óxido de calcio ( $\text{CaO}$ )

Tabla 3.10 Moles de algunas sustancias

Átomo	Masa atómica [u]	Masa molar del átomo (g/mol)	Número de moles	Número de átomos
Fósforo			3	
Nitrógeno			0.5	
Sodio				$1.204 \times 10^{24}$
Bromo			5	
Neón				$3.01 \times 10^{23}$

3. Contesten: ¿cuántas moles de NaCl hay en 2.3 g de sal común?

4. Sofía se levantó en la mañana y bebió 250 mL de agua. Como la densidad del agua es 1 g/mL, se tomó 250 g de agua. Considera la masa molar del agua que calculaste en el punto 2. Respondan:

- a) ¿Cuántos moles de agua bebió Sofía por la mañana?

Grupo

5. Verifiquen sus resultados con el apoyo de su maestro y en grupo redacten una conclusión sobre el uso de la escala microscópica y astronómica.

PRACTICA

1. Una gota de ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ), de masa 0.98 g, cayó sobre un trozo de metal y lo oxidó. ¿Cuántas moles de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ocasionaron la corrosión de ese trozo de metal?

- a) 0.01 mol
- b) 0.1 mol
- c) 0.005 mol
- d) 1 mol

## Proyecto 1

### ¿Cómo elaborar jabones?

#### Consumo **IT**

#### Introducción

El jabón es un material que se obtiene mediante una reacción química en la que grasas y aceites reaccionan con una base o un álcali fuerte, como el hidróxido de sodio (NaOH) o de potasio (KOH). Esta reacción produce una sal (el jabón) y glicerina en un proceso que se conoce como **saponificación**; además produce energía, por lo que es una reacción exotérmica (figura 3.42). Hay datos que indican que el jabón ya existía desde el año 2800 a.n.e. Así lo registra una excavación en la antigua ciudad de Babilonia, donde se describe el proceso para fabricarlo a partir de cenizas y grasas animales. Ello muestra que desde la Antigüedad los seres humanos elaboraron materiales para el aseo y el cuidado de la salud; también se sabe que no toda la población tenía acceso a ellos.



3.42 El triacilglicérido en presencia de sosa produce una sal orgánica (jabón) y glicerina.

Hoy día, el jabón es un material insustituible para el aseo y la higiene personal debido a una propiedad específica en su estructura; las moléculas que lo conforman tienen una parte soluble en agua que se conoce como cabeza hidrofílica con características polares, así como otra soluble en grasas y aceites denominada cola o cadena hidrofóbica que es no polar y atrae a este tipo de materiales (figura 3.43). Esta estructura confiere al jabón la cualidad de lograr una limpieza efectiva porque puede disolver las sustancias que ensucian otros materiales.

El jabón se obtiene mediante un proceso que requiere grasas y aceites diversos y una base como la sosa. Actualmente se incluyen otras sustancias que aportan color, olor y textura. Tú puedes fabricar un jabón sencillo con materiales caseros. Sólo hay algunas consideraciones; por ejemplo, las cantidades de hidróxido y de grasa a utilizar: si existe un exceso de hidróxido el producto será inservible e incluso puede llegar a ser tóxico para la piel, pero si la cantidad es poca, el producto será una mezcla grumosa de aceite.



3.43 El jabón interactúa con grasas y sustancias afines al agua.

#### Te recomendamos

Leer acerca de cómo se produce y funciona el jabón en: Córdova Frunz, José Luis, *La química y la cocina*, México, SEP-FCE, 2003 (Col. La ciencia para todos).

Moreno Amado, Miriam, *Guía para procesos de cetería, jabonería y cremas*, Bogotá, Convenio Andrés Bello, 2003 (Serie Ciencia y Tecnología. Núm. 117).

#### Planteamiento del problema

Para iniciar este proyecto es importante definir el problema a resolver; conviene que aprovechen todo lo que han aprendido en los tres bloques anteriores y que, además, pongan a prueba y en práctica sus habilidades y conocimientos. Para continuar les sugerimos contestar las siguientes preguntas y consultar las páginas de internet del recuadro. Sus respuestas les permitirán decidir la temática y acotar el tema de su proyecto de acuerdo con sus intereses.

- ¿Qué problemas ambientales se generan cuando se arrojan grasas y aceites al drenaje?
- ¿Consideran que los residuos de aceite de la cocina pueden usarse para fabricar jabón?
- ¿Qué composición química tiene la ceniza?
- ¿Qué diferencia hay entre grasa y aceite? Investiguen ventajas y desventajas.
- ¿Cualquier grasa o aceite puede ser útil para fabricar jabón? Justifica.
- ¿Cómo es la estructura química de una sal, componente mayoritario de un jabón?
- ¿Qué propiedades tiene la glicerina?
- ¿Cuál es la ecuación que representa la reacción o el proceso para producir jabón?
- ¿Cómo funciona un jabón? ¿Qué le permite disolver los materiales aceitosos y los solubles en agua?
- ¿Consideran que es posible elaborar un jabón casero? ¿Qué medidas de seguridad deben tener en cuenta?

#### Planeación

Una vez que ya decidieron el problema que quieren abordar y plantearon los propósitos de su proyecto, planeen todas sus actividades, organizándolas por orden de prioridad y establezcan un cronograma para llevarlas a cabo. Les sugerimos que también lleven un cuaderno de registro para que escriban todos los datos, las actividades, los experimentos (figura 3.44) y resultados que obtengan. No olviden escribir la fecha y hacer el registro cada vez que trabajen en su proyecto.



3.44 Si entre sus actividades incluyen un experimento, recuerden siempre considerar las medidas de seguridad para trabajar con las sustancias involucradas en la reacción química para elaborar jabones.

#### Desarrollo del proyecto

Una vez que está lista la planeación del trabajo es momento de comenzar el desarrollo del proyecto. Para ello les sugerimos algunas preguntas que pueden orientarlos en esta labor.

- ¿Cuáles son los reactivos necesarios para llevar a cabo la reacción química con la que puede producirse un jabón?
- ¿Cuáles son las propiedades de las sustancias que dan origen al jabón?
- ¿Cuáles son los productos de una reacción de saponificación?
- ¿Cuáles son las propiedades del jabón?
- ¿Cuáles son las cantidades óptimas de cada material para obtener el producto deseado?
- ¿Cuáles son las condiciones adecuadas de temperatura y presión, entre otras, para obtener jabón con las características deseadas?
- ¿Cómo saber que el producto que obtuvimos no es tóxico y funciona adecuadamente?
- ¿Qué pruebas pueden realizarse para identificar las propiedades de un jabón (textura, suavidad y aroma)?

#### Te recomendamos

Revisar la página de la Procuraduría Federal del Consumidor (Profeco). En la sección Tecnologías domésticas encontrarás diversas recetas caseras para fabricar jabones, jabón líquido y champú, entre otros productos en: <http://edutics.mx/4WW> (Consulta: 17 de junio de 2016).

Y leer el libro de García, José María, *Química Industrial*, México, SEP-Santillana, 2002 (Libros del Rincón). Este libro reflexiona acerca de la importancia de la química en diversas industrias.

- i) ¿Qué ventajas y desventajas tiene un jabón casero respecto a otros jabones y detergentes comerciales?
- j) ¿Qué es mejor, usar detergente o jabón? Justifiquen su respuesta.

#### Presentación de resultados

Pueden incluir una tabla con las propiedades del jabón que fabricaron. No olviden que es importante comparar, así que utilicen tablas para contrastar varios aspectos entre los jabones comerciales y los jabones caseros. Recuerden que la presentación de resultados de una manera sistemática puede ayudarles en su análisis con el fin de obtener conclusiones.

#### Conclusiones

Para redactar sus conclusiones no olviden considerar el problema que plantearon al inicio y verificar si cumplieron con sus objetivos en el tiempo planeado. Redacten sus conclusiones, tengan en cuenta lo siguiente.

- a) ¿Cómo pueden calificar un jabón como “bueno” o “malo”? ¿a qué atribuyen ese calificativo?
- b) ¿Pueden utilizar indistintamente cualquier grasa o aceite u otra sustancia con propiedades alcalinas para producir un jabón?
- c) ¿Qué ventajas económicas y ambientales tiene la producción casera de jabones?

#### Comunicación

Diseñen un tríptico que pueda entregarse a las familias con la finalidad de que produzca sus propios jabones. Es importante que en ese documento incluyan lo más relevante de su proyecto desde una perspectiva química; establezcan con claridad el problema y la metodología a seguir para obtener jabón sin ningún problema. Además mencionen las ventajas ambientales del uso y de la fabricación casera de jabón a partir de los residuos de la cocina.

#### Evaluación

Contesten en equipo.

- a) ¿Lograron acuerdos en el equipo?
- b) ¿Cómo resolvieron los desacuerdos?
- c) ¿Están satisfechos con los resultados de su proyecto?

Responde de manera individual.

- a) ¿De qué manera aplicaste lo que aprendiste a lo largo de los tres bloques?
- b) ¿Cuáles fueron tus aciertos y desaciertos?
- c) ¿Cuáles fueron tus aportaciones al trabajo en equipo?

#### Te recomendamos

Leer acerca de la fabricación de un jabón, la acción de las impurezas del agua sobre el jabón, las características de los detergentes y las saponinas en: <http://edutics.mx/4jN> (Consulta: 17 de junio de 2016).

## Proyecto 2



### ¿De dónde obtiene la energía el cuerpo humano?

#### Introducción

El cuerpo humano se comporta como una máquina, requiere combustible que lo provea de energía para realizar un trabajo. Estos combustibles son los alimentos (figura 3.45) que, mediante las reacciones químicas de la respiración que ocurren en todas las células, se transforman en sustancias más sencillas, proceso que libera la energía que necesitamos para llevar a cabo las actividades del día a día. Dicha energía nos ayuda a mantener la temperatura corporal, a realizar las diferentes funciones metabólicas y a mover los músculos; incluso es indispensable para construir y reparar tejidos, entre otras acciones.



**3.45** Los carbohidratos contenidos en alimentos como los cereales, las frutas y las verduras son el principal combustible de nuestras células.

Como aprendiste en tu curso de Ciencias 1 Biología, hay distintos tipos de alimentos que contienen a su vez diferentes tipos de nutrimentos, los cuales se clasifican en glúcidos o carbohidratos, lípidos (grasas y aceites) y proteínas. Cada uno de estos grupos proporciona una cierta cantidad de energía: los carbohidratos aportan 4 calorías por gramo, los lípidos 9 calorías por gramo y las proteínas 4 calorías por gramo. Esto se ha podido determinar mediante el empleo del calorímetro (figura 3.46), un instrumento que mide los cambios de temperatura que experimenta el agua contenida en el dispositivo y que está en contacto con el alimento en cuestión cuando éste se calienta. Para ello es necesario conocer la cantidad de masa del alimento que se quema.

En tu curso de Ciencias 1 también estudiaste que la respiración celular es el proceso químico mediante el cual los alimentos que consumimos reaccionan con el oxígeno del aire, y con ello se obtiene dióxido de carbono y agua. Este proceso tiene una cualidad de gran importancia: los productos de la respiración cuentan con menos energía que los reactivos, de modo que se trata de una reacción exotérmica en la que, de manera controlada, se libera energía. Así, por ejemplo, el gasto energético de un ciclista para mover su bicicleta procede de la energía que se genera durante los procesos de respiración.

Naturalmente, el principio de conservación de la energía se aplica también al cuerpo humano. Si la energía que se produce en la respiración supera a la que gasta, la diferencia se acumula en forma de grasa (compuestos químicos de gran contenido energético) en el organismo. Cuando no se ingieren alimentos suficientes, el cuerpo toma esas reservas energéticas y las emplea para contar con la energía que requiere. Ambos casos implican problemas de salud (sobrepeso, obesidad y desnutrición), por lo que lo más recomendable es llevar una dieta correcta y hacer ejercicio regularmente para así mantener un balance energético.



**3.46** Calorímetro.

### Planteamiento del problema

Para iniciar con el proyecto es necesario que primero delimiten el problema a resolver, una decisión que deberán tomar de acuerdo con sus intereses e inquietudes. Para ayudarlos a decidir qué proyecto llevar a cabo, les sugerimos que contesten:

- ¿Todos los alimentos proporcionan la misma cantidad de energía? Justifiquen.
- ¿Cuál es la diferencia entre una reacción exotérmica y una endotérmica?
- ¿Qué es una caloría?
- ¿Cuál es la ecuación general que representa a la respiración?
- ¿Cuáles son los productos y cuáles son los reactivos de esa ecuación?
- ¿Cómo explican que esa reacción es exotérmica?
- ¿Cuáles son las características de una reacción de combustión?
- ¿Qué átomos componen a los alimentos?
- ¿Con lo que consumen a diario consideran que se están alimentando adecuadamente? ¿Por qué?
- De acuerdo con su edad, complexión y actividad física, ¿piensan que se exceden o les falta un mayor aporte calórico? Justifiquen.
- ¿Qué tipo de alimentos son los que más consume la población mexicana?
- De los alimentos que mencionaron en la pregunta anterior, ¿consideran que son los adecuados desde el punto de vista energético? Justifiquen.
- ¿A qué atribuyen que México sea uno de los países con mayor índice de obesidad y sobrepeso a nivel mundial? ¿Cómo podría solucionarse esta problemática?

### Planeación

Reúnanse en equipos y determinen qué les interesa trabajar para que establezcan con claridad sus propósitos y, posteriormente, la metodología a seguir. Es importante que hagan una lista de las diferentes propuestas y que las discutan en equipo para que tomen una decisión consensuada. Para iniciar el proyecto recuerden que será necesario hacer una planificación en la que señalen qué, cómo y cuándo realizarán cada actividad. Les recomendamos basarse en un cronograma de actividades, en el que establezcan etapas y tiempos para cada tarea.

### Desarrollo del proyecto

Una vez que tengan su cronograma dispóngase a iniciar su proyecto. Las siguientes preguntas tienen la finalidad de guiarlos en la toma de decisiones y en la dirección del mismo.

- ¿Qué es un alimento?
- ¿Qué es un nutriente?
- ¿Qué son los carbohidratos, lípidos y proteínas?
- ¿Cómo determinarían qué grupo de las biomoléculas anteriores proporcionan mayor cantidad de energía?
- ¿Consideran que sin alimento, y aunque haya oxígeno, el cuerpo podría obtener energía? Justifiquen.
- ¿Qué factores se deben considerar al diseñar una dieta?
- ¿Qué dieta debe tener respectivamente un niño, un joven, un adulto y un adulto mayor?

- ¿Qué tipo de dieta debe tener una persona activa y una sedentaria?
- ¿Cuál es el gasto calórico de una persona como ustedes? Consideren talla, masa corporal, edad, género, actividad cotidiana.
- ¿Podrían diseñar un calorímetro? ¿Cómo lo harían?

### Presentación de resultados

Se sugiere que la presentación de sus resultados sea mediante dibujos, fotografías, tablas y gráficas sencillas, fáciles de interpretar y que contengan información relevante. No olviden mencionar los motivos por los que eligieron su proyecto y el impacto que puede tener a nivel individual, en su escuela o en su comunidad. La forma en la que presenten sus resultados les ayudará a destacar el valor de su trabajo.

### Conclusiones

Deberán elaborar una conclusión breve que aluda al problema y a los propósitos que se plantearon al inicio del proyecto. Para que se guíen, reflexionen en torno a lo siguiente.

- ¿Cuáles son los alimentos que proporcionan mayor cantidad de energía?
- De los alimentos que ingieren, ¿cuáles no aportan calorías?
- ¿Conocen la cantidad de calorías para conservar, aumentar o disminuir su peso de acuerdo con su actividad física, estatura y complexión física?
- ¿Podrían diseñar diferentes tipos de dietas para subir, bajar o mantener su peso?
- ¿Cuál es la importancia de comprender las tablas nutrimentales sobre la cantidad de calorías que les proporcionan los alimentos?
- ¿De qué manera los conocimientos químicos nos pueden ayudar a tener una mejor calidad de vida?

### Comunicación

Elaboren un folleto o tríptico que se distribuya en la escuela con la finalidad de comunicar los resultados de su proyecto. Actualmente una de las preocupaciones de la sociedad es recurrir a las dietas, como una manera de disminuir el gran problema de obesidad que presenta nuestro país. Su proyecto puede promover el hecho de que las personas reflexionen sobre qué, cómo y cuánto comen.

### Evaluación

Contesten en equipo.

- ¿Están satisfechos con el resultado de tu proyecto? ¿Por qué?
- ¿Consideran que sus aportaciones a la realización del proyecto fueron acertadas?
- ¿Qué aprendieron con la realización de este proyecto?

Responde de manera individual.

- ¿Cuál es la percepción que creo que tiene mi equipo sobre mi desempeño?
- ¿Qué inquietudes te quedan después de culminar el proyecto?
- ¿Cómo puedes mejorar?

#### Te recomendamos

Consultar la información de la energía para nuestro organismo, disponible en: <http://edutics.mx/4jN>

Así como el siguiente texto: Peña Díaz, Antonio y Georges Dreyfus Cortés, *La energía y la vida: Bioenergética*, México, FCE, 1997 (La Ciencia para todos), disponible en <http://www.edutics.mx/4mi> (Consultadas: 24 de enero de 2017)

**Pregunta 1**

1. Lee la siguiente información.

De acuerdo con los resultados de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (Ensanut) 2012, 35% de los adolescentes tienen sobrepeso u obesidad, es decir, alrededor de 6 325 131 individuos entre 12 y 19 años de edad en todo el país. Además indica que más de uno de cada cinco adolescentes tiene sobrepeso y uno de cada 10 presenta obesidad, mientras que en el año 2006, el porcentaje de la población afectada con este tipo de padecimientos era 33.2 % (33.4% en el sexo femenino y 33.0% en el masculino). Lo anterior demuestra que el aumento entre 2006 y 2012 fue de 5% para el total de la población; de 7% en mujeres y 3% en hombres.

Asimismo, se tomó una muestra de 2 307 adolescentes de 15 a 18 años que representan a 9 543 750 individuos a nivel nacional, a quienes se les aplicó una encuesta para determinar el tipo de actividad física que realizan. Los resultados indican que 22.7% de los adolescentes son inactivos, 18.3% son moderadamente activos y 59% son activos. Además, 36.1% de los encuestados pasa dos horas diarias o menos frente a una pantalla de televisión o computadora.

2. Contesta.

a) De continuar con este aumento, ¿cuál sería la proporción de la población de personas con sobrepeso en 2018?

---



---

b) ¿Qué tipo de alimentos pueden ocasionar sobrepeso y obesidad?, ¿cuál es su aporte calórico?

---



---

c) ¿Consideras que el tipo de actividad física que realiza una persona es un factor importante en el desarrollo de sobrepeso y obesidad? Argumenta.

---



---

d) ¿De qué depende la cantidad de energía que una persona requiere diariamente?

---



---

e) ¿Qué es una dieta correcta?, ¿cuál es su importancia?

---



---

En la tabla se indica el gasto calórico (medido en Calorías) al realizar diferentes actividades durante 1 hora.

Actividad	Gasto calórico (Calorías)
Dormir	42-60
Ver TV	42-60
Trabajo de escritorio	105-120
Caminar despacio	150-210
Caminar rápido	310-400
Trotar	480-560
Bicicleta (despacio)	180-210
Bicicleta (rápido)	650-735
Baillar (intenso)	300-350
Natación (suave)	360-420

Fuente: Prevenirse cerca de ti, 2013.

f) Clasifica las actividades de la tabla —de acuerdo con el gasto calórico que se requiere para realizarlas—, en bajo, moderado y alto.

---

g) De acuerdo con las actividades que desempeñas, ¿te consideras una persona activa, moderadamente activa o inactiva? Por ejemplo, ¿cuántas horas pasas frente a una pantalla de televisión o de computadora?

---

**Pregunta 2**

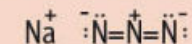
1. Lee el siguiente texto.

¿Cómo interviene la Química en el funcionamiento de una bolsa de aire de un automóvil? Como seguramente sabes, una bolsa de aire es un dispositivo de seguridad que se usa en los automóviles para evitar que los pasajeros puedan golpearse con el volante, ventana o con alguna parte interna del vehículo durante algún choque. Consiste de una envoltura de tela flexible diseñada para inflarse rápidamente cuando ocurre este tipo de colisiones.



Estos dispositivos contienen un compartimento denominado generador de gas cuyos compuestos son azida de sodio ( $\text{NaN}_3$ ), nitrato de potasio ( $\text{KNO}_3$ ) y dióxido de silicio ( $\text{SiO}_2$ ). Cuando un carro choca frontalmente se desencadena una serie de reacciones químicas que involucran a estas sustancias y producen nitrógeno gaseoso ( $\text{N}_2$ ), permitiendo que la bolsa se infle.

2. En la siguiente representación se muestra la estructura de Lewis de la azida de sodio ( $\text{NaN}_3$ ).



a) ¿Cuál es la estructura de Lewis del nitrato de potasio ( $\text{KNO}_3$ ) y dióxido de silicio ( $\text{SiO}_2$ )? Representálas en el siguiente espacio.

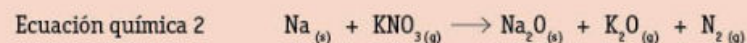
3. En la siguiente tabla se muestran los valores de electronegatividad de algunos elementos de la tabla periódica.

Átomo	Na	K	Si	N	O
Electronegatividad	0.87	0.73	1.92	3.07	3.61

- a) ¿Qué tipo de enlace presentan los compuestos azida de sodio y dióxido de silicio?
- \_\_\_\_\_
- b) ¿Qué científico propuso la tabla de electronegatividad de los elementos químicos?
- \_\_\_\_\_
4. Cuando la azida de sodio se calienta hasta alcanzar una temperatura de 300 °C genera sodio metálico y nitrógeno gaseoso. Antes de que ocurra el impacto en el automóvil un sensor activa un impulso eléctrico capaz de alcanzar la temperatura para iniciar la reacción representada en la ecuación química 1 y por medio de la cual se genera el nitrógeno gaseoso.



El sodio metálico (Na) formado en la ecuación anterior reacciona con el nitrato de potasio  $\text{KNO}_3$  para evitar que el primero reaccione violentamente con alguna otra sustancia del ambiente.



Enseguida los óxidos de sodio y potasio reaccionan con el dióxido de silicio presente desde un inicio para generar compuestos aún menos peligrosos.

- a) Balancea las ecuaciones 1 y 2 que representan dos de los procesos químicos que ocurren dentro de una bolsa de aire.
- \_\_\_\_\_
- b) ¿En la reacción representada con la ecuación 1 se absorbe o se desprende energía?, ¿qué tipo de reacción es?
- \_\_\_\_\_
5. Calcula la masa molar de los siguientes compuestos.
- a)  $\text{NaN}_3$  \_\_\_\_\_
- b)  $\text{SiO}_2$  \_\_\_\_\_
- c)  $\text{Na}_2\text{O}$  \_\_\_\_\_
- d)  $\text{K}_2\text{O}$  \_\_\_\_\_

### 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 y represento reacciones químicas en las que se absorbe o se desprende calor y verifico su correcta expresión con base en la Ley de la 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.			

### Coevaluación

La siguiente tabla es para evaluar a cada uno de tus compañeros de equipo. Escribe su nombre y responde sí o no a los indicadores propuestos. Es muy importante que seas objetivo, porque tus comentarios deben servir para que tu compañero mejore 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.			
Analizó información y aplicó el escepticismo informado.			
Tomó decisiones informadas para el cuidado del ambiente y la salud.			
Participó en un consumo responsable.			
Consideró en las actividades experimentales el manejo de residuos para el cuidado del ambiente.			



# Bloque 4

## 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 las limitaciones de la ciencia y del desarrollo tecnológico en diversos contextos

Aprendizajes esperados	Contenido
<ul style="list-style-type: none"><li>• Identifica ácidos y bases en materiales de uso cotidiano.</li><li>• Identifica la formación de nuevas sustancias en reacciones ácido-base sencillas.</li><li>• Explica las propiedades de los ácidos y las bases de acuerdo con el modelo de Arrhenius.</li></ul>	<b>Tema 1. Importancia de los ácidos y las bases en la vida cotidiana y en la industria</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Propiedades y representación de ácidos y bases.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Identifica la acidez de algunos alimentos o de aquellos que la provocan.</li><li>• Identifica las propiedades de las sustancias que neutralizan la acidez estomacal.</li><li>• Analiza los riesgos a la salud por el consumo frecuente de alimentos ácidos, con el fin de tomar decisiones para una dieta correcta que incluya el consumo de agua simple potable.</li></ul>	<b>Tema 2. ¿Por qué evitar el consumo frecuente de los “alimentos ácidos”?</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Toma de decisiones relacionadas con:<ul style="list-style-type: none"><li>- Importancia de una dieta correcta.</li></ul></li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Identifica el cambio químico en algunos ejemplos de reacciones de óxido-reducción en actividades experimentales y en su entorno.</li><li>• Relaciona el número de oxidación de algunos elementos con su ubicación en la Tabla periódica.</li><li>• Analiza los procesos de transferencia de electrones en algunas reacciones sencillas de óxido-reducción en la vida diaria y en la industria.</li></ul>	<b>Tema 3. Importancia de las reacciones de óxido y de reducción</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Características y representaciones de las reacciones redox.</li><li>• Número de oxidación.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Propone preguntas y alternativas de solución a situaciones problemáticas planteadas, con el fin de tomar decisiones relacionadas con el desarrollo sustentable.</li><li>• Sistematiza la información de su proyecto a partir de gráficas, experimentos y modelos, con la finalidad 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>	<b>Proyectos: ahora tú explora, experimenta y actúa (preguntas opcionales)*</b> <b>Integración y aplicación</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• ¿Cómo evitar la corrosión?</li><li>• ¿Cuál es el impacto de los combustibles y posibles alternativas de solución?</li></ul>

## Temas transversales

- Educación para la salud
- Educación ambiental para la sustentabilidad

Detalle de una puerta de metal corroído.

La formación de nuevos materiales

## Importancia de los ácidos y las bases en la vida cotidiana y en la industria

### Inicio

Hasta el momento has aprendido a clasificar los materiales con base en diferentes criterios: si los materiales son mezclas o sustancias puras y, si en la distribución de sus componentes, las mezclas pueden clasificarse como homogéneas o heterogéneas. Por otro lado, las sustancias puras pueden ser elementos o compuestos. Los elementos se ordenan en la tabla periódica y de acuerdo con su ubicación presentan propiedades características para clasificarlas en metales, metaloides o no metales. Respecto a los compuestos, éstos se dividen, según el tipo de enlace que presentan, en iónicos y covalentes.

En este bloque describiremos otra manera de identificar a las sustancias: como ácidos y bases. Por tanto, aprenderás las propiedades que distinguen a un ácido de una base y valorarás su importancia en el cuerpo humano, la vida cotidiana y la industria.

Identifica qué alimentos son ácidos o básicos mediante el sentido del gusto, es decir, por su sabor ácido o amargo.

#### Material

11 vasos pequeños de plástico, 150 mL de agua potable, 50 mL de jugo de naranja natural, un dulce de chamoy,  $\frac{1}{2}$  manzana, 50 g de yogur natural, 50 mL de refresco de cola,  $\frac{1}{2}$  toronja, una pizca de bicarbonato de sodio (del que se usa en la cocina), un caramelo con picante, salsa de tomate,  $\frac{1}{4}$  de tableta de un antiácido, un plumón para rotular los vasos.

#### Medidas de seguridad

No ingerir las sustancias con las que se trabajará, sobre todo evitar ingerir el bicarbonato y el antiácido. Por ningún motivo debe sustituirse el bicarbonato de sodio que se usa en la cocina por el del laboratorio.

#### Procedimiento

##### Equipo

1. Coloquen una porción de cada alimento o sustancia en un vaso y rotúlenlo con el nombre del contenido.
2. Prueben cada sustancia y registren en una tabla si perciben un sabor ácido o amargo. Es importante que después de probar cada alimento enjuaguen su boca con agua potable.

#### Análisis de resultados

3. Consulten la tabla de registro y respondan.
  - a) ¿Tuvieron alguna dificultad para clasificar las sustancias sólo por el sabor? ¿Cuál?
  - b) ¿Hubo algún alimento que no pudieran clasificar en una de las dos categorías? ¿Cuál?
  - c) Además del sabor, ¿qué otras propiedades de los materiales pueden detectar por medio de los sentidos?

- d) ¿Consideran seguro clasificar las sustancias sirviéndose de los sentidos? ¿Qué casos serían peligrosos? Expliquen.

##### Grupo

4. Comparen sus resultados con los de otros equipos.

#### Manejo de residuos

Coloquen los residuos de frutas en el contenedor de desechos orgánicos. Los residuos de bicarbonato se neutralizan con gotas de vinagre y se desechan en la tarja.

### Ácidos y bases en materiales de uso cotidiano

En la actividad anterior clasificaste algunos alimentos y sustancias de acuerdo con su sabor. Así como tú lo hiciste, en la Antigüedad los seres humanos usaban sus sentidos para clasificar las sustancias e identificaron que algunas podían ser ácidas o básicas. Las sustancias ácidas se caracterizan por tener un sabor agrio, como los jugos de naranja y de toronja (figura 4.1); en cambio, las sustancias básicas tienen sabor amargo, como las pastillas de antiácido o el bicarbonato de sodio.

La palabra “ácido” proviene del latín *acidus*, que significa agrio, y con toda probabilidad fue usada por primera vez para referirse concretamente al vinagre. En cambio, la palabra “base” es más reciente; fue el químico francés Guillaume François Rouelle (1703–1770) quien la introdujo al vocabulario químico a mediados del siglo XVIII, para definir un tipo de sustancias llamadas sales. Para él, una sal era el producto de la reacción de un ácido con cualquier sustancia capaz de “servirle de base para darle su forma concreta”.

La mayoría de los ácidos de aquella época eran líquidos volátiles, mientras que las sales eran sólidos cristalinos. Las bases eran las sustancias que neutralizaban la volatilidad de los ácidos y conferían la propiedad de solidez a las sales resultantes.

#### Indicadores de acidez o basicidad

Como has constatado, los sentidos no son suficientes para clasificar las sustancias. Aquellas que se conocen como **indicadores** nos señalan la acidez o basicidad de una disolución con simples cambios de color (figura 4.2). Por ejemplo, el tornasol es una mezcla de diferentes colorantes extraídos de líquenes y soluble en agua. Esta sustancia ha producido una de las maneras más antiguas de probar la acidez de sustancias y materiales: una tira de papel impregnada de tornasol (el papel tornasol). El color característico del papel tornasol es morado.

Hoy día sabemos que los ácidos, además de tener sabor agrio, corroen los metales y hacen que el papel tornasol se ponga rojo. Por otro lado, las bases no sólo tienen sabor amargo, también producen sensación jabonosa al tacto y hacen que el papel tornasol se ponga azul.

### Desarrollo



4.1 El sabor agrio de frutas como la naranja, el limón y la toronja se debe a la presencia de ácido cítrico.



4.2 Muchos indicadores pueden ser de origen natural. El extracto de pétalos de rosa es un ejemplo de este tipo de sustancias, pero también el de las flores de jamaica.

Identifica algunas propiedades químicas de ácidos y bases.

#### Equipo Material

30 mL de ácido muriático (puedes conseguirlo en la tlapalería), 30 mL de quitacochambre, 30 mL de vinagre, 30 mL de leche de magnesia, 4 clavos de hierro, 2 claras de huevo, 4 vasos de vidrio transparente, una probeta de 50 mL, 500 mL de agua de la llave, 4 tapas de plástico de frascos de boca ancha, papel tornasol, una cuchara, un marcador, guantes y lentes de seguridad.

#### Medidas de seguridad

Usen guantes y lentes de seguridad durante el desarrollo de la actividad. Eviten manipular de forma directa el ácido muriático y el quitacochambre, porque son sustancias muy irritantes. Trabaja en un lugar bien ventilado.

#### Procedimiento

- Etiqueten los vasos con el nombre de las sustancias que usarán (ácido muriático, vinagre, leche de magnesia, quitacochambre).
- Coloquen 20 mL de agua de la llave en cuatro vasos y luego agreguen la sustancia que corresponda según la etiqueta.
- Humedezcan el papel tornasol con cada una de las disoluciones y observen lo que sucede.
- Dividan en cuatro porciones la clara de huevo y viertan cada una en un vaso vacío previamente etiquetado.
- Agreguen a los vasos que contienen la porción de huevo tres cucharadas de las disoluciones que prepararon en el punto 2, según corresponda con la etiqueta del vaso.
- Etiqueten cada una de las tapas de plástico con: "ácido muriático", "vinagre", "leche de magnesia" y "quitacochambre", respectivamente.
- Pongan un clavo de manera horizontal en cada una de las tapas de plástico.
- Agreguen la disolución que corresponda en cada tapa hasta cubrir el clavo.
- Escriban sus observaciones en una tabla como la 4.1.

#### Análisis de resultados

- Respondan.
  - ¿Qué sustancias dieron resultados similares respecto al papel tornasol? ¿Qué otras manifestaciones son comunes en cada conjunto de sustancias? ¿Formación de burbujas? ¿Formación de un precipitado?
  - ¿Qué sucedió al humedecer el papel tornasol con las sustancias prueba? ¿Percibieron algún cambio de color?, ¿a qué se debe? Explica tu respuesta.
  - ¿A qué se deben las manifestaciones producidas al mezclar las sustancias? Explica.

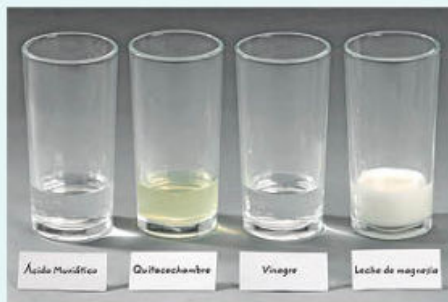


Tabla 4.1 Registro de observaciones

Sustancia	Color del papel tornasol	Reacción con la clara de huevo	Reacción con el clavo de hierro
Ácido muriático			
Vinagre			
Leche de magnesia			
Quitacochambre			

- ¿Qué sustancias son ácidas? ¿Cuáles son básicas?
- ¿Consideran que las sustancias ácidas y básicas reaccionan de manera similar ante otras sustancias? ¿Por qué?
- Investiguen cuál es el uso del ácido muriático (o clorhídrico) a nivel industrial.
- ¿Qué uso tiene la leche de magnesia?

#### Manejo de residuos

Recuperen el ácido muriático en un frasco de vidrio. Esta sustancia neutraliza sus efectos con una disolución de hidróxido de sodio o sosa cáustica. Coloquen los residuos de quitacochambre en un recipiente y agreguen lentamente y con cuidado ácido muriático hasta que el papel tornasol deje de ponerse azul al contacto con la disolución. Los desechos de clara de huevo se colocan en los residuos orgánicos. Los clavos se enjuagan con abundante agua y pueden guardarse para futuros experimentos.

En la actividad anterior identificaste algunas propiedades químicas comunes a los ácidos y a las bases. Nuestros antepasados usaban un procedimiento similar para clasificar una sustancia como ácido o base. Si se trataba de una sustancia ácida, entonces el color del papel tornasol debía cambiar a rojo y reaccionar con los metales produciendo burbujas de hidrógeno. En cambio, una sustancia era básica si el color del papel tornasol cambiaba a azul, reaccionaba con la clara de huevo para desnaturalizar las proteínas que contenía y no reaccionaba con los metales. En la actualidad se conocen muchísimos indicadores ácido-base que pueden diferenciar con gran precisión el grado de acidez o de basicidad de cualquier material. Incluso tú puedes preparar tu propio indicador ácido-base a partir de un vegetal comestible: la col morada, con la que trabajarás en la actividad al final de esta secuencia.

#### Te recomendamos

Consultar la siguiente dirección electrónica <http://www.edutics.mx/4qn> (Consulta: 20 de junio de 2016) que incluye una nota de la revista *¿Cómo ves?* acerca de ácidos y bases.

### Ácidos y bases en el cuerpo humano

Todos los seres vivos estamos constituidos por diversas sustancias que componen nuestros órganos y tejidos: huesos, cabello, uñas, piel y sangre, entre otras. Algunas sustancias son ácidas y otras, básicas; por ejemplo, en la orina están presentes el ácido úrico y la urea, el primero con propiedades ácidas y la segunda con propiedades básicas; en el proceso de digestión de los alimentos, el estómago utiliza uno de los ácidos más fuertes conocidos: el ácido clorhídrico; cuando hacemos ejercicio, el dolor que sentimos poco después lo causa la cristalización del ácido láctico, el cual se produce cuando los músculos se ejercitan en exceso.

Para mantener constante el grado de acidez-basicidad de la sangre se requiere la presencia de varios ácidos, como el ácido carbónico ( $H_2CO_3$ ), y distintos tipos de bases. El ácido carbónico interviene en el proceso de respiración, ya que es un intermediario durante la transferencia de dióxido de carbono desde los pulmones a la sangre y viceversa.

Las proteínas, sustancias indispensables para la vida, están constituidas a partir de aminoácidos que se comportan como ácidos y bases al mismo tiempo. Tienen una parte ácida y otra básica, lo cual es crucial para formar las largas cadenas que articulan las proteínas. Asimismo, los ácidos grasos son biomoléculas con propiedades ácidas que forman parte importante de las células. Ciertas vitaminas también son ácidas, como la vitamina C o ácido ascórbico, y la vitamina B5 o ácido pantoténico (figura 4.3).

#### Salud



4.3 El ácido fólico o vitamina B9 ayuda a prevenir malformaciones en el cerebro y la columna vertebral de los bebés durante el embarazo.

### Los ácidos y las bases en la industria química

Muchas de las materias primas que usa la industria química para producir plásticos, medicamentos, pinturas, cosméticos, textiles, papel, metales, vidrio, jabones y detergentes son sustancias ácidas o básicas.



4.4 El ácido sulfúrico es un componente de las baterías de los automóviles.

El hidróxido de sodio (NaOH), también conocido como sosa cáustica, es una base fuerte y la de mayor demanda en la industria porque se utiliza en la manufactura del papel, jabón y detergente. Además se emplea como agente de limpieza de equipo industrial y doméstico, ya que remueve grasas y depósitos de proteínas.

No obstante, el ácido más destacado a nivel industrial es el ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ). Una de sus mayores aplicaciones es en la producción de ácido fosfórico ( $H_3PO_4$ ), que a su vez se emplea para fabricar fertilizantes a base de fósforo. Otras aplicaciones principales del ácido sulfúrico se dan en el procesado de minerales, la refinación de petróleo, el tratamiento de aguas residuales y en la fabricación de limpiadores de uso doméstico (figura 4.4). La producción de este ácido es tan importante que, durante mucho tiempo, se usó como indicador del desarrollo de los países.



4.5 En la elaboración de algunos productos cosméticos también se usan sustancias ácidas, como los ácidos láctico, úrico y retinoico (este último es parte de la vitamina A), los cuales tienen efecto suavizante y permiten el cambio de la capa externa de la piel.

Diversos medicamentos son ácidos o bases; por ejemplo, el ácido acetilsalicílico (mejor conocido por su nombre comercial, aspirina), es un auxiliar para aliviar el dolor y la fiebre. La penicilina se emplea para tratar enfermedades causadas por bacterias y también es un ácido. Los antiácidos, como la leche de magnesia ( $Mg(OH)_2$ ) y el hidróxido de aluminio ( $Al(OH)_3$ ), contrarrestan los efectos de la acidez estomacal; en general son bases.

La industria alimentaria también emplea diferentes ácidos en la manufactura de productos; por ejemplo, el ácido láctico se utiliza para aumentar la acidez de ciertos alimentos; el ácido ascórbico como conservador y saborizante de golosinas, y el ácido sórbico, también como conservador porque evita el crecimiento de hongos y levaduras.

Los ácidos y las bases son fundamentales para la fabricación de un sinnúmero de materiales esenciales para nuestra vida cotidiana (figura 4.5). La industria química ha proporcionado a la humanidad grandes beneficios y mejoras en sus condiciones de vida; gracias a ella se tiene acceso a muchos productos sin los cuales sería imposible el tipo de vida que llevamos en la actualidad.

### Cierre

#### Preparar un indicador ácido-base, a partir de col morada.

##### Material

Un trozo de col morada (aproximadamente 250 g), 50 mL de alcohol etílico, 500 mL de agua de la llave, 1 g de bicarbonato de sodio, 1 pastilla de antiácido, 15 mL de jugo de naranja natural, 15 mL de jugo de naranja embotellado, 1 g de limpiador de hornos, 1 mL de vinagre, 500 mg de detergente, 15 mL de refresco de cola, 8 vasos de vidrio, un molcajete, un filtro grande para café, una coladera, papel tornasol, etiquetas, un marcador.

##### Medidas de seguridad

Manipulen con cuidado el cuchillo al cortar la col. Trabajen en un lugar ventilado.

# A

#### Procedimiento

##### Equipo

1. Corten la col en tiras, colóquenlas en el molcajete y muélanlas.
2. Agreguen un poco de alcohol a la mezcla.
3. Filtren el molido de col primero con la coladera y después con el filtro para café (reciban el extracto en uno de los vasos).
4. Rotulen el resto de los vasos con el nombre de cada una de las sustancias prueba (bicarbonato de sodio, antiácido, jugo de naranja natural, jugo de naranja embotellado, limpiador de hornos, vinagre, detergente, refresco de cola).
5. Coloquen 25 mL de agua de la llave a cada vaso, agreguen la sustancia que corresponda según la etiqueta y agiten para homogeneizar las disoluciones.
6. Determinen para cada una de las sustancias si se trata de un material ácido o básico; para ello usen las tiras de papel tornasol y registren los resultados en su cuaderno.
7. Agreguen un poco del extracto de la col morada a cada recipiente.
8. Registren el color al contacto con la solución acuosa de cada material y el extracto de col.

#### Análisis de resultados

9. Respondan.
  - a) ¿Qué ocurrió al poner en contacto el indicador de col morada con cada sustancia?
  - b) ¿Qué sustancias son ácidas? ¿Qué colores percibieron al agregar el indicador de col morada a las sustancias ácidas?
  - c) ¿Qué sustancias tienen propiedades básicas? ¿Qué colores percibieron al añadir el indicador de col morada a este tipo de sustancias?
  - d) ¿Observaron alguna diferencia entre los resultados del jugo de naranja natural y el procesado? ¿Cuál es? ¿A qué se debe?
  - e) ¿Consideran que existe alguna relación entre el color de la disolución (indicador y sustancia) con el grado de acidez o basicidad de cada sustancia? ¿Por qué?
  - f) ¿El limpiador de hornos es ácido o base? ¿Cómo se relaciona esta propiedad con la capacidad de limpiar la superficie metálica de un horno? Argumenten sus respuestas.
10. Describan un procedimiento para corroborar qué alimentos de los que probaste en la actividad de la página 194 son ácidos y cuáles son básicos.

#### Manejo de residuos

Reúnan las disoluciones que contienen el limpiador de hornos en un recipiente y neutralícenlos con ácido muriático; añadan lentamente el ácido hasta que el papel tornasol deje de estar de color azul y evitando que se ponga de color rojo. La disolución de bicarbonato de sodio se neutraliza con vinagre y entonces puede desecharse en la tarja. Las disoluciones con detergente, refresco de cola, jugo de naranja natural y embotellado también pueden desecharse en la tarja.

#### PRACTICA

1. Elige la opción que muestre las características de las bases.
 

I. Tienen sabor amargo.	IV. Al contacto con papel tornasol, éste cambia a azul.
II. Son resbalosas al tacto.	V. Tienen sabor agrio.
III. Al contacto con papel tornasol, éste cambia a rojo.	

a) I, II y IV.     b) I, II y III.     c) II, III y IV.     d) III, IV y V.

# P

## Inicio

## Propiedades y representación de ácidos y bases

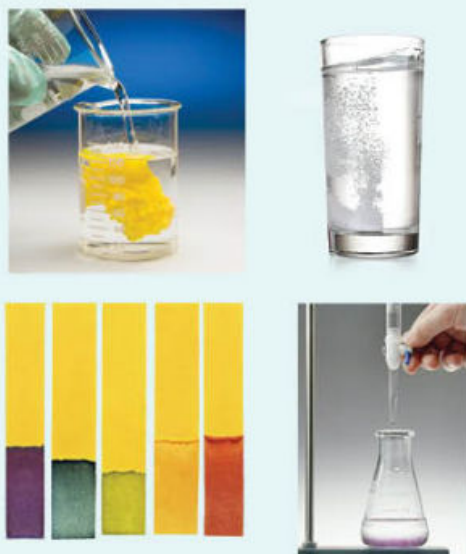
En el bloque anterior aprendiste a distinguir los cambios químicos de los que ocurren a nuestro alrededor. En un **cambio químico** se da una transformación de las sustancias para formar otras totalmente distintas, para lo cual se rompen y se forman enlaces mediante una reacción química. Las reacciones químicas están presentes en todos los ámbitos de la vida: en nuestro cuerpo, en los organismos que nos rodean y en el ambiente. Además, las reacciones químicas han permitido la creación de muchas sustancias, cuyas aplicaciones han mejorado la calidad de vida del ser humano; por ejemplo, los plásticos, las pinturas, los medicamentos, los cosméticos, y los alimentos, entre otras.

En esta secuencia analizarás lo que sucede al poner en contacto un ácido con una base, reacción que aprenderás a describir mediante ecuaciones químicas.

## Reconoce algunas manifestaciones de reacciones químicas.

## Individual

1. Observa las imágenes y menciona cómo se manifiesta una reacción química en cada una.



2. Responde.

- Describe lo que ocurre en cada imagen.
- ¿Consideras que en todos los casos se lleva a cabo un cambio químico? ¿Por qué?
- ¿Consideras que los ácidos y las bases pueden participar en reacciones químicas? ¿Por qué?
- ¿Qué productos se obtendrán como resultado de la reacción anterior?
- ¿Qué sucede al agregar jugo de limón al bicarbonato de sodio? Descríbelo.

## Pareja

3. Compara tus respuestas con las de un compañero.

## Reacciones ácido-base

Ahora sabes que existen diversos tipos de reacciones químicas: descomposición, combinación y combustión, sin embargo, en la naturaleza ocurren otra clase de reacciones muy importantes, las conocidas como ácido-base.

La formación de precipitados puede estar relacionada con la acidez del medio en el que se efectúa una reacción. Estos precipitados se usan para eliminar metales pesados de las aguas residuales, porque pueden formar sales insolubles cuando alcanzan un determinado nivel de acidez, lo que permite su separación (figura 4.6).

Como lo has estudiado, nuestros sentidos pueden ayudarnos a identificar si un proceso químico ha ocurrido; en el caso de las reacciones ácido-base percibir los cambios de color y sabor es de suma relevancia. En la actividad anterior se mostraron diversos ejemplos de reacciones ácido-base, como el cambio de color del papel tornasol o de la fenolftaleína, al ponerse en contacto con sustancias y disoluciones que tienen diferente grado de acidez. Al disolver en agua una pastilla efervescente de ácido acetilsalicílico, se presenta una reacción en la que se desprende el gas dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ); los reactivos son un ácido y una base, y se producen además sal y agua.

Por ejemplo, al reaccionar ácido clorhídrico con hidróxido de sodio se forma cloruro de sodio (sal común) y agua; como puedes observar en la ecuación.



Los productos de las reacciones ácido-base no tienen propiedades ácidas ni básicas, y por ello se les denomina sustancias neutras, a este tipo de reacciones se les conoce como reacciones de **neutralización** (figura 4.7).

Es importante señalar que muchas de las sales que se obtienen de una reacción ácido-base se encuentran disueltas en agua y por eso su fórmula tiene el subíndice (ac), el cual indica que su estado de agregación es una disolución acuosa. Las sales con tendencia a ser solubles en agua son las formadas por los elementos del grupo 1 (litio, sodio y potasio) y del grupo 17 (flúor, cloro, yodo y bromo).

Las sales tienen muchas aplicaciones en la vida cotidiana y en la industria; por ejemplo, el sulfato de sodio ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) se usa como aditivo en los detergentes y también en la fabricación de celulosa y vidrio.

Identificar una reacción ácido-base sencilla usando fenolftaleína como indicador. A esta reacción algunos la presentan como "convertir agua en vino".

## Material

5 vasos de plástico transparente, 5 mL de fenolftaleína, 5 mL de ácido clorhídrico o muriático, 5 mL de disolución de hidróxido de sodio o de quitacoambre, 1 probeta graduada de 20 mL, gotero, agitador de vidrio y marcador.

## Desarrollo



4.6 En el tratamiento de aguas residuales se llevan a cabo reacciones químicas que se manifiestan por la formación de precipitados.



4.7 La sal de fluoruro de sodio (NaF) se usa como agente anticaries en dentífricos; se obtiene mediante una reacción de neutralización entre ácido fluorhídrico (HF) e hidróxido de sodio (NaOH).

**Medidas de seguridad**

Usen bata, guantes y lentes de seguridad en el laboratorio. Manipulen con cuidado tanto el ácido muriático o clorhídrico como el quitacoambre o hidróxido de sodio, porque son sustancias muy irritantes y corrosivas. Trabajen en un lugar ventilado.

**Procedimiento****Equipo**

1. Llenen un vaso de plástico con agua, agreguen 5 mL de fenolftaleína y revuelvan la mezcla con ayuda del agitador de vidrio. Esta disolución será el "agua", puesto que la fenolftaleína es un compuesto incoloro.
2. Etiqueten los vasos restantes y a cada uno agreguen el número de gotas de las sustancias que se indican en la tabla 4.2.
3. Viertan todo el contenido del vaso con el "agua" (preparada en el punto número 1) al vaso que contiene una gota de NaOH. Esta disolución será el "vino".
4. Ahora viertan el "vino" al vaso que contiene 2 gotas de HCl; la disolución formada será nuevamente "agua".
5. Agreguen el "agua" del punto número 4, al vaso donde agregaron 3 gotas de NaOH. Esta disolución será otra vez el "vino".
6. Añadan el "vino" que formaron en el punto número 5 al vaso que contiene 4 gotas de HCl.
7. Registren en su cuaderno todas sus observaciones.

Tabla 4.2 Registro de gotas

Vaso	Número de gotas
1	1 gota de NaOH
2	2 gotas de HCl
3	3 gotas de NaOH
4	4 gotas de HCl

**Análisis de resultados**

8. Analicen y respondan.
  - a) ¿Qué le ocurrió al contenido del vaso etiquetado "agua" cuando la agregaron al vaso que tenía una gota de NaOH?
  - b) ¿Qué le sucedió al contenido del vaso etiquetado "vino" cuando se añadió al vaso que contenía 2 gotas de HCl?
  - c) ¿Consideran que en todos los casos ocurrió una reacción química? De acuerdo con la naturaleza de los reactivos, ¿qué tipo de reacción química ocurrió?
  - d) ¿Qué función tiene la fenolftaleína en el experimento? ¿Podrían sustituirla por extracto de col morada? Expliquen.

**Manejo de residuos**

Consulten con su maestro la forma de disponer de los residuos. Pueden recuperar el ácido muriático en un frasco de vidrio; no olviden que esta sustancia neutraliza sus efectos con una disolución de hidróxido de sodio o sosa cáustica. Los residuos de quitacoambre también pueden ser neutralizados con ácido muriático.

En la actividad anterior efectuaste una reacción ácido-base entre ácido clorhídrico e hidróxido de sodio acuosos. La fenolftaleína que usaste funciona como indicador. Es incolora cuando está en contacto con sustancias ácidas y de color violeta cuando son básicas. Así, el agua que contenía el indicador, al entrar en contacto con las gotas de una sustancia muy básica, como el hidróxido de sodio, cambió de incolora a violeta para formar el "vino". Y cuando esta disolución ("vino") se agregó al recipiente que contenía una sustancia muy ácida (el ácido clorhídrico), ocurrió el proceso inverso: el "vino" se convirtió en "agua".

**Modelo de Arrhenius de ácidos y bases**

Hasta el momento se han mencionado algunas propiedades físicas y químicas de los ácidos y las bases, pero ¿cuál es la estructura química de cada una de estas sustancias?, ¿por qué algunas se comportan como ácidos y otras como bases?

A pesar de que los ácidos, las bases y las sales tienen propiedades distintas (sabor, sensación al tacto, cambio de color al contacto con un indicador), comparten una: conducen corriente eléctrica en disolución acuosa. Cuando las sustancias presentan esta propiedad se les clasifica como **electrolitos**. Aquellas que no conducen electricidad al disolverse en agua no son electrolitos.

¿A qué se debe que estas sustancias conduzcan electricidad? Seguramente recordarás de tu curso de Ciencias 2. Física que la corriente eléctrica implica un desplazamiento de cargas eléctricas. De acuerdo con esto es posible suponer que en los electrolitos existen cargas eléctricas que se mueven libremente a través de la disolución.

El primer científico que propuso un modelo para explicar el comportamiento de las disoluciones de electrolitos fue el científico sueco Svante Arrhenius (figura 4.8), quien describió en su tesis doctoral la teoría de la disociación electrolítica, en la que explicaba que algunos compuestos químicos, como los ácidos, las bases y las sales, al disolverlos en agua se separan en iones de cargas opuestas. Afirmó que los iones son sustancias con carga eléctrica y que eran las responsables de la conducción de electricidad.

Además, Arrhenius se preguntó si las partículas cargadas se producían sólo en contacto con el agua o si ya existían en los compuestos químicos. Para resolver esta pregunta realizó muchos experimentos y notó que el comportamiento depende de la naturaleza de cada sustancia.

Los compuestos iónicos, como las sales de cloruro de sodio (NaCl) y fluoruro de litio (LiF), aunque están formados por iones no conducen corriente eléctrica en estado sólido, porque su arreglo ordenado impide el libre movimiento de los iones que los forman. En cambio, cuando estas sales se disuelven en agua se da una separación de los iones debido a la interacción con las moléculas del agua.



4.8 Svante A. Arrhenius (1859-1927), científico sueco, abordó el tema de las cargas eléctricas presentes en una disolución en un tiempo en el que aún no se había descubierto el electrón.

Arrhenius propuso que los ácidos y las bases producen iones sólo cuando se disuelven en agua. Aseguró que los ácidos al disolverse en agua forman cationes (iones con carga positiva), como el ión hidrógeno (H<sup>+</sup>), y aniones (iones con carga negativa) de diferentes clases. Los iones hidrógeno (H<sup>+</sup>) también se denominan **protones** debido a que son átomos de hidrógeno que han perdido su único electrón, quedándose únicamente con carga positiva en el núcleo.

En seguida se representa la reacción de disociación del ácido clorhídrico que produce protones y aniones cloro en disolución acuosa.



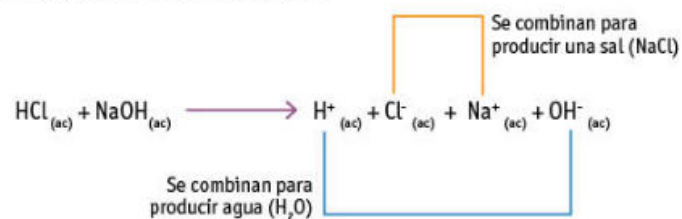
Arrhenius explicó que las bases tienen la capacidad de generar aniones hidróxido (OH<sup>-</sup>) y cationes de diferentes tipos al disolverse en agua. De este modo, en la reacción de disociación del hidróxido de sodio se producen aniones hidróxidos (OH<sup>-</sup>) y cationes sodio (Na<sup>+</sup>), cuya ecuación es:



A partir del modelo de disociación de los ácidos y las bases, Arrhenius pudo explicar la formación de agua en una reacción de neutralización y planteó la siguiente ecuación química:



En esta reacción, la combinación de los iones hidrógeno generados por la disociación de los ácidos y los aniones hidróxido que provienen de la disociación de las bases dan lugar a la formación de moléculas de agua. No obstante, en una reacción de neutralización no sólo se produce agua sino también una sal. ¿Cómo explicar la formación de esta sustancia? Las sales resultan de la combinación de los cationes y aniones en disolución acuosa; por ejemplo, la reacción de neutralización entre HCl y NaOH se representa como:



Otra manera de escribir la ecuación anterior es:



Otros ejemplos de disociación los encontramos con el ácido sulfúrico y el hidróxido de calcio. A diferencia del ácido clorhídrico, en la reacción de disociación del ácido sulfúrico se genera el doble de protones; éste es uno de los componentes de la lluvia ácida (figura 4.9).



4.9 La lluvia ácida se produce por la emisión de gases de dióxido de azufre y óxidos de nitrógeno que al combinarse con el agua generan ácidos.

El hidróxido de calcio (Ca(OH)<sub>2</sub>), conocido como cal hidratada, es una base y se utiliza en el proceso de **nixtamalización** del maíz para producir tortillas. La reacción de disociación del hidróxido de calcio es:



La reacción de neutralización entre estas sustancias es:



Cabe mencionar que en la reacción anterior se generan dos moléculas de agua, debido a que un par de protones se combinan con la misma cantidad de iones hidróxido. La sal resultante es sulfato de calcio, que se usa en la industria de la construcción y en medicina para el tratamiento de fracturas.

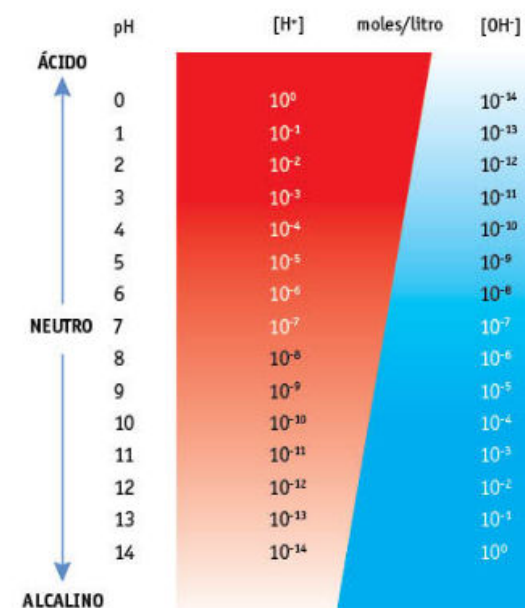
En la época en que Arrhenius dio a conocer su teoría aún no se había descubierto el electrón, por lo que sus ideas no fueron del todo aceptadas por los científicos de la Universidad de Uppsala, en Suecia, lugar donde realizó sus estudios de doctorado. Fue hasta 1897, que con el descubrimiento del electrón, se reconoció su trabajo y en 1903 recibió el premio Nobel de Química.

Como ya sabes, en la ciencia los modelos tienen limitaciones y el de Arrhenius no es la excepción, porque es útil sólo para explicar las disoluciones acuosas de los ácidos que se debían a los iones hidrógeno (H<sup>+</sup>) y las bases que tienen presentes iones hidróxido (OH<sup>-</sup>).

Pero existen muchas reacciones de neutralización que transcurren en disolventes distintos al agua. Así que él no pudo explicar el comportamiento básico del amoníaco (NH<sub>3</sub>) disuelto en agua y la acidez que presentan las disoluciones acuosas de etanol. Por ello, años más tarde se propusieron otros modelos que permitirían explicar el comportamiento de estas sustancias.

### La escala de pH

A pesar de sus limitaciones, el modelo de Arrhenius se consideró la base para crear métodos con los cuales pudiera cuantificarse el grado de acidez de las sustancias en disolución acuosa. En 1909 el químico danés Sören Sörensen introdujo el término pH, un valor numérico directamente relacionado con la concentración de protones en una disolución acuosa. Además, Sörensen desarrolló la escala de pH con valores numéricos entre 0 y 14 (figura 4.10). En ésta, los valores más cercanos al cero indican que la concentración de H<sup>+</sup> es mayor que la de iones OH<sup>-</sup>, y por tanto la acidez también lo es. En cambio, los valores cercanos a 14 indican que la concentración de protones es pequeña, pero la de iones OH<sup>-</sup> es alta, lo que significa que la disolución es básica.



4.10 Escala de pH.

### Glosario

**Nixtamalización:** proceso empleado para quitar la cáscara del maíz y producir maíz nixtamalizado o cocido, para lo que se usa una disolución acuosa de cal.



4.11 Al humedecer una tira de papel pH en una disolución, ésta cambiará de color de acuerdo con su acidez o basicidad.

De acuerdo con lo anterior, la escala de pH se divide en dos zonas; las sustancias con un valor de pH mayor que cero, pero menor a 7 son ácidas, y las que tienen un valor mayor que 7, pero menor a 14 son básicas. La figura 4.10 de la página 205 muestra la escala de pH y varios ejemplos de sustancias con diferentes valores de pH. Pero ¿cómo se midió el valor de pH de éstas?

La medición precisa del pH se realiza con un potenciómetro. Por lo general, este tipo de instrumentos se encuentra en muchos laboratorios de química, pero son muy costosos; no obstante, es posible usar un método alternativo de medición a un costo menor: el papel pH, que permite medir el pH de una disolución de manera aproximada porque está impregnado con mezclas de distintos indicadores (figura 4.11).

La escala de pH facilita llevar un control de la acidez de diferentes sustancias importantes para el desarrollo de la vida. Por ejemplo, el pH de la sangre humana es de 7.35. Si este valor cambia pueden aparecer problemas de salud, e incluso la muerte en casos en que el pH sea menor que 7. Los organismos que se alimentan de los nutrientes del suelo, como las plantas y los hongos, también son susceptibles a los cambios del pH de su hábitat. Los suelos tienen valores de pH muy variados; sin embargo, el pH óptimo para el desarrollo de las plantas fluctúa entre 5.5 y 7 (figura 4.12).



4.12 Es importante mantener un control del pH del agua de mares, ríos y lagos. Variaciones en los valores normales impiden el desarrollo de los organismos acuáticos adaptados para vivir en un intervalo de pH = 5 a 9.

## Cierre

Indicar si los electrolitos conducen corriente eléctrica.

### Material

30 mL de vinagre, 30 mL de quitacochambre, 30 mL de destapacaños, 30 mL de refresco de cola, 30 mL de jugo de naranja, 1 pastilla efervescente de antiácido, 3 g de azúcar, 3 g de sal, 30 mL de etanol, 30 mL de leche de magnesia, 11 vasos de plástico, 3 trozos de cable con los extremos descubiertos, papel pH, una pila de 9 volts, un foco pequeño, un enchufe (sóquet) y una probeta graduada de 100 mL.

### Medidas de seguridad

Es muy importante usar guantes y lentes de seguridad durante el desarrollo de la actividad. Eviten manipular el quitacochambre y el destapacaños en forma directa, porque son sustancias corrosivas e irritantes.

### Procedimiento

#### Equipo

1. Etiqueten los vasos con el nombre de cada sustancia.

2. Preparen disoluciones acuosas en los vasos etiquetados; disuelvan las sustancias líquidas en 120 mL de agua y las sustancias sólidas en 150 mL.
3. Midan el pH de cada una de las disoluciones y registrenlo en una tabla como la que se presenta a continuación.
4. Armen un circuito como el de la actividad de la página 104 (secuencia 10) y hagan la prueba de conducción de corriente eléctrica para cada una de las sustancias. Registren en la tabla lo que ocurre.

Disolución	¿Es conductora de electricidad?	pH

### Análisis de resultados

5. Respondan.
  - a) Investiguen los principales componentes y la estructura química de las sustancias que emplearon.
  - b) ¿Todas las muestras se disolvieron en agua? ¿A qué se debe que una sustancia sea soluble en agua? ¿Qué tipo de enlace químico tienen los componentes de las muestras que usaron?
  - c) ¿Qué sustancias tienen propiedades ácidas, cuáles básicas, y cuáles neutras?
  - d) ¿Consideran que existe una relación entre la acidez y basicidad de las sustancias y la conducción de electricidad? ¿Por qué?
  - e) ¿Qué sustancias son neutras y condujeron electricidad? ¿A qué se debe? Expliquen su respuesta.
  - f) De acuerdo con el modelo de Arrhenius, ¿qué sustancias suponen que son electrolitos? ¿Por qué?

### Manejo de residuos

Recuperen las sustancias ácidas en un frasco de vidrio; neutralicen sus efectos con una disolución de hidróxido de sodio (sosa cáustica). Coloquen los residuos de quitacochambre y destapacaños en el contenedor correspondiente; neutralicen sus efectos con ácido muriático. Las disoluciones de azúcar, sal, jugo de naranja y refresco pueden desecharse en la tarja. Los restos de la pastilla para aliviar la acidez y la leche de magnesia se colocan en un frasco para desechos con carácter básico.

### PRACTICA

1. Según el modelo de Arrhenius, una base es:
  - a) Un electrolito que al disolverse en agua se disocia y forma el ión hidróxido ( $\text{OH}^-$ ).
  - b) Un electrolito que al disolverse en agua se disocia y forma cationes hidrógeno ( $\text{H}^+$ ).
  - c) Una sustancia que tiene un pH cercano a 3.
  - d) Una sustancia que tiene un pH de 7.



## ¿Por qué evitar el consumo frecuente de los “alimentos ácidos”?

### Inicio

En la secuencia anterior estudiaste que muchas sustancias que usas en tu vida cotidiana tienen carácter ácido, básico o neutro. ¿Cómo procesa el organismo los alimentos que consumimos diariamente?, ¿qué produce la acidez estomacal?, ¿qué sucede si consumimos alimentos ácidos?, ¿cuál es el grado de acidez que tienen?

En esta secuencia aprenderás cómo nuestro cuerpo utiliza la acidez para efectuar la digestión, a qué alimentos se les considera ácidos, con qué sustancias (debido a sus propiedades químicas) se neutraliza la acidez estomacal y qué criterios debes considerar para decidir de manera informada respecto a tu dieta con el fin de evitar la acidez estomacal.

Reflexiona acerca de riesgo de la salud en el sistema digestivo.

**Individual** 1. Lee con atención la nota que te presentamos a continuación.

#### Alrededor del 50 % de la población mundial en peligro de presentar gastritis, úlceras o cáncer gástrico

Cerca de 50% de la población mundial adulta se encuentra colonizada por *Helicobacter pylori*, la terrible bacteria causante de la incómoda gastritis, aunque este porcentaje varía de un país a otro. En México, más del 80% de las personas mayores de 30 años de edad están infectados con este microorganismo, que se relaciona con el desarrollo, no solo de la gastritis sino también en el padecimiento de la úlcera gástrica y del cáncer gástrico. Este último ocupa el segundo lugar en importancia en los países en vías de desarrollo de acuerdo con los datos de la Organización Mundial de la Salud (OMS).

Tener la bacteria no quiere decir que, inevitablemente, van a aparecer dichas enfermedades. Su aparición y desarrollo se fomenta, en buena medida, por los hábitos alimenticios que generan acidez estomacal: comer a cualquier hora, hacer menos de tres comidas al día, consumir grasa e irritantes en exceso, fumar e ingerir bebidas alcohólicas.

Fuente: Facultad de Medicina, UNAM, 2015, disponible en <http://edutics.mx/Jh7>



2. Responde.

- De la nota, ¿qué te parece lo más importante?
- ¿Cuántas comidas al día debe ingerir una persona? ¿Por qué es necesario fijar horarios para éstas?
- ¿Qué características consideras que tiene un alimento para ser irritante?
- Investiga de qué manera los componentes del tabaco y las bebidas alcohólicas causan daños al estómago.

**Pareja**

3. Compara tus respuestas con las de un compañero y comenten en grupo.

### Desarrollo

#### La acidez estomacal y la gastritis

Como seguramente sabes de tu curso de Ciencias 1. Biología, la fase más importante de la digestión ocurre en el estómago, donde se llevan a cabo una serie de reacciones químicas en las que los alimentos entran en contacto con una de las sustancias más potentes que se conocen: el ácido clorhídrico (HCl). Este ácido es el componente principal del jugo gástrico producido por el estómago, mismo que está recubierto por una mucosa que lo protege de los ácidos que él mismo genera. El ácido clorhídrico rompe las moléculas de proteínas y otros nutrimentos en fragmentos más pequeños.

Si bien las células de la mucosa estomacal se renuevan por completo aproximadamente cada tres días, si la cantidad de ácido es excesiva, las células estomacales no alcanzarán a restablecerse o renovarse, lo cual puede causar contracción muscular, dolor, inflamación y sangrado.



4.13 Bacteria *Helicobacter pylori* sobre la mucosa gástrica. Los científicos que estudiaron su presencia en pacientes con gastritis recibieron el premio Nobel en Fisiología y Medicina en 2005.

La **acidez estomacal** provoca sensación de ardor y acidez en el esófago. La **gastritis** es la inflamación de la mucosa del estómago causada por el exceso de ácido. Si estos padecimientos no son atendidos a tiempo, pueden derivar en úlceras estomacales: lesiones profundas que llegan a provocar la perforación del estómago e incluso la muerte de la persona.

En 1982 los investigadores australianos Barry Marshall y Robin Warren descubrieron que la bacteria *Helicobacter pylori* (figura 4.13) era la causante de la mayoría de los tipos de gastritis y úlceras estomacales, y no la comida picante o el estrés, como se pensaba.

Para combatir esta bacteria se requieren antibióticos. Las formas de infección son consumir agua o alimentos contaminados por la bacteria o por saliva, de persona a persona. De ahí la importancia de ingerir alimentos preparados de manera higiénica para impedir esta enfermedad y muchas otras infecciones gastrointestinales. Respecto a la acidez, es recomendable evitar el consumo excesivo de alimentos ácidos.

#### Te recomendamos

Ver el video que explica con ejemplos la acidez gástrica en <http://www.edutics.mx/4PE> (Consulta: 20 de junio de 2016).

Diseña un experimento para identificar el pH de diversos alimentos.

**Equipo**

- Hagan una lista del material que utilizarán; incluyan alimentos variados, es decir, de los diferentes grupos de El Plato del Bien Comer y algunos de escaso valor nutrimental (dulces, frituras y bebidas gaseosas, entre otros).
- Describan paso a paso el procedimiento que seguirán y registren sus resultados en una tabla. Discutan con su maestro acerca de cómo determinar el pH de alimentos sólidos.
- Investiguen el pH de los alimentos de su lista y compárenlos con los resultados que han obtenido.
- Indiquen cómo desecharán los residuos derivados de la actividad.
- Respondan.
  - ¿Cómo son sus resultados comparados con lo que investigaron: similares o muy distintos?
  - ¿Cuáles poseen un pH básico? ¿Qué alimentos son ácidos?
  - ¿Con qué frecuencia consumen estos últimos?



4.14 Los refrescos contienen ácidos como el cítrico, y el fosfórico en el caso de los refrescos de cola. Este último, además de incrementar la acidez estomacal, impide la absorción de calcio en los huesos.

## Toma de decisiones relacionadas con la importancia de una dieta correcta

Como te habrás dado cuenta en la actividad anterior, muchos de los alimentos que acostumbramos comer son ácidos. La naranja, la toronja y el limón son frutas ácidas por naturaleza porque contienen ácido cítrico. En la actualidad se elaboran muchos alimentos de bajo valor nutricional con saborizantes artificiales y conservadores que son ácidos y que al ser ingeridos pueden producir acidez, como los refrescos o las bebidas gaseosas (figura 4.14), los jugos y el agua de sabor embotellada, así como las golosinas enchiladas, las salsas picantes embotelladas y el café. Por otro lado, cuando se consumen alimentos ricos en grasas (como los llamados “antojitos” y las papas fritas), el estómago tiende a generar más ácidos, porque la digestión de este tipo de alimentos es muy lenta. Ingerir una cantidad mayor de alimento incrementa la acidez, ya que se requiere más ácido para digerirlo (figura 4.15).



4.15 Algunos alimentos de bajo valor nutricional provocan acidez.

El consumo frecuente y excesivo de alimentos ácidos o de aquellos que producen acidez una vez ingeridos, así como los malos hábitos alimenticios, son factores que derivan en problemas de acidez estomacal. La mejor forma de prevenirla es disminuir el consumo de todos aquellos que incrementen la acidez del estómago (sobre todo los que no aportan nutrientes), evitar “saltarse” las comidas, así como comer en exceso. Además es recomendable beber agua simple, porque disminuye la concentración de ácido en el estómago, es decir, diluye el ácido clorhídrico. ¿Tienes problemas estomacales? ¿Qué puedes hacer para no padecer gastritis? ¿Conoces a alguien que sufra de problemas estomacales?

Sin embargo, ¿qué sucede cuando la dieta no es suficiente para aliviar los problemas de acidez? Para ello los químicos han elaborado antiácidos, que son medicamentos que ayudan a combatir tal efecto. ¿Qué propiedad química poseen los antiácidos para contrarrestar la acidez? En la siguiente actividad corroborarás cómo actúa un antiácido.

### Observa los efectos y la reacción de los antiácidos con el ácido clorhídrico.

#### Material

5 vasos de precipitados, 20 mL de ácido clorhídrico, una pipeta de 10 mL, 20 mL de dos tipos diferentes de antiácidos, 100 mL de agua, agitador de vidrio, papel pH, indicador de color morada, bata, guantes, lentes de seguridad y un marcador.

#### Medidas de seguridad

Es muy importante que usen guantes y lentes de seguridad durante el desarrollo de la actividad. Eviten manipular en forma directa el ácido clorhídrico, porque es una sustancia corrosiva.

#### Procedimiento

##### Equipo

1. Numeren los vasos del 1 al 5.
2. Viertan 20 mL de agua en los primeros dos vasos.
3. Agreguen 20 mL del antiácido A al vaso 1 y 20 mL del antiácido B al vaso número 2; agiten hasta que se disuelvan.



4. Agreguen al tercer vaso 10 mL de agua y 10 mL de ácido clorhídrico.
5. Humedezcan el papel pH con cada disolución, comparen el color que observen con los colores de la escala, determinen el valor de pH y registren sus resultados en una tabla como la 4.4.
6. Conserven el material; no lo depositen en la basura.
7. En los vasos 4 y 5 coloquen 10 mL de ácido clorhídrico.
8. Añadan al vaso 4 el contenido del vaso 1, agiten y registren el pH resultante.
9. Agreguen al vaso 5 el contenido del vaso 2, agiten y registren el pH.
10. Escriban sus observaciones en su cuaderno.

Tabla 4.4 Registro de pH

Vaso	Contenido	pH
1	Agua y antiácido A	
2	Agua y antiácido B	
3	Agua y ácido clorhídrico	
4	Ácido clorhídrico y antiácido A (vaso 4)	
5	Ácido clorhídrico y antiácido B (vaso 5)	

#### Análisis de resultados

11. Respondan.
  - a) ¿Qué valores de pH detectaste al mezclar el antiácido B con el ácido clorhídrico?
  - b) ¿Qué disoluciones son ácidas? ¿Cuáles son básicas? ¿Cuáles son neutras?
  - c) ¿Consideran que los antiácidos que probaron realmente funcionan para controlar la acidez en el estómago? ¿Por qué?
  - d) ¿Qué propiedades tienen los antiácidos?

#### Manejo de residuos

Recuperen el ácido clorhídrico en un frasco de vidrio y neutralicen sus efectos con bicarbonato de sodio. Las disoluciones de antiácidos y aquellas con un pH cercano a 7 pueden desecharse en la tarja.

Los antiácidos son medicamentos que contienen bases, como los hidróxidos de aluminio ( $\text{Al}(\text{OH})_3$ ), calcio ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) y magnesio ( $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ). Su efecto se basa en la reacción de neutralización que ocurre, de manera natural, al hacer reaccionar sustancias ácidas con sustancias básicas, tal y como lo aprendiste en la secuencia anterior.



4.16 El ácido acetilsalicílico es un medicamento analgésico (quita el dolor) y baja la fiebre. Para neutralizar su acidez se presenta como pastilla efervescente que al disolverse en agua genera dióxido de carbono, agua y acetilsalicilato de sodio.

El ácido de los jugos gástricos reacciona con la base del antiácido para obtener sustancias neutras. Como recordarás, en el contexto de los ácidos y las bases de Arrhenius, al hacer reaccionar un ácido con una base se obtienen una sal y agua (ambas neutras); de esta manera se corrige el problema de la acidez estomacal. Algunos antiácidos se venden como pastillas efervescentes (figura 4.16), que contienen bases, como el bicarbonato de sodio, que al contacto con el agua producen dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ).

Las reacciones mediante las cuales estas bases neutralizan el ácido estomacal son las siguientes:



Sin embargo, hay que tener mucho cuidado con los antiácidos, ya que no se trata de eliminar por completo el carácter relativamente ácido del estómago. De hecho, éste debe ser ligeramente ácido para funcionar en forma correcta. Además, ingerir antiácidos en exceso tiene efectos secundarios; las sales producidas en la reacción de neutralización pueden acumularse en el organismo hasta llegar a niveles tóxicos. Los expertos recomiendan no recurrir a los antiácidos sin supervisión médica, porque además de los efectos secundarios, también pueden encubrir enfermedades más serias, como la gastritis, que para ser erradicada precisa de un tratamiento médico específico.

Por tanto, todas las personas deberían tener un mínimo de conocimiento acerca de las reacciones ácido-base para tomar las decisiones adecuadas en cuanto a los factores que provocan gastritis, la dieta correcta para evitar la acidez estomacal, los medicamentos que la controlan y los efectos nocivos del mal uso de los antiácidos.

## Cierre

Compara los menús, detecta cuál se basa en una dieta correcta y toma una decisión.

Individual 1. Lee los siguientes textos.



Octavio tiene 16 años. En el desayuno siempre toma una taza de café y come una rebanada de pan con mucha mantequilla. En el receso escolar, a las 11:00 de la mañana, come una bolsa entera de papas fritas y bebe un refresco de cola. Sus horarios de comida son variables, algunas veces come a las 3:00 de la tarde y, otras, a las 5:00. Acostumbra iniciar con un plato de sopa de tortilla, siempre se sirve dos porciones de carne frita de res o de cerdo como plato fuerte, y una ensalada compuesta por una zanahoria, 2 jitomates y 10 cucharadas de vinagre como aderezo. Generalmente en la cena, a las 9:00 de la noche, come dos rebanadas de pizza con abundante salsas de tomate y picante. A Octavio no le gusta el agua "sola", así que las comidas y cenas las acompaña con una lata de refresco de cola.



Mariana tiene 14 años. Todos los días desayuna a las 7:00 de la mañana; bebe un vaso de jugo de frutas, come 2 rebanadas de pan integral y un huevo. Para el receso escolar lleva un sándwich con lechuga, jitomate y queso, y bebe 2 vasos de agua simple. Al salir de la escuela va a su casa y come a las 3:00 de la tarde: comienza con medio tazón de arroz, seguido de 2 tortas de espinacas como plato fuerte y termina con una ensalada de lechuga, jitomate y aguacate. A las 8:00 de la noche cena una taza de trozos de papaya, una taza de cereal y una taza de yogur bajo en calorías.

Individual 2. Responde.

- ¿Consideras que la dieta de Octavio es correcta? ¿Por qué?
- ¿Cómo calificas la dieta de Mariana?
- ¿Por qué Octavio es propenso a padecer alguna enfermedad gástrica? ¿Qué le recomendarías para evitar esos padecimientos?
- ¿Qué le sugerirías a Mariana para mejorar su dieta?

3. En la actividad de la página 161 (secuencia 16) escribiste un menú con los alimentos que consumes dos días a la semana; revisalo y compara tu dieta con la que llevan Octavio y Mariana. Contesta.

- ¿A cuál se parece más?
- ¿Consideras que tu dieta contiene muchos alimentos ácidos? ¿Por qué?
- ¿Qué decisión tomarías para evitar problemas de acidez estomacal?

Grupo

4. En la actividad de la página 208 revisaste que un alto porcentaje de la población mexicana padece problemas gástricos. En grupo elaboren un periódico mural para ilustrar la importancia de llevar una dieta correcta y prevenir problemas de salud de esta índole.

PRACTICA

- ¿Qué alimento contribuye al aumento de la acidez estomacal?
 

<input type="radio"/> a) Polvo para hornear.	<input type="radio"/> b) Zanahorias.
<input type="radio"/> c) Tacos al pastor.	<input type="radio"/> d) Pechuga asada.

P

## Importancia de las reacciones de óxido y de reducción

### Inicio

Ahora sabes que en la naturaleza ocurren muchos tipos de reacciones químicas: de combinación, descomposición, combustión y ácido-base. En esta secuencia aprenderás a describir otra clase de reacciones también muy importantes por sus aplicaciones en la industria y en la vida cotidiana: las reacciones de óxido-reducción. Muchas de éstas liberan energía, de ahí su trascendencia como forma de obtención de energía. La combustión, la fotosíntesis, la corrosión y las reacciones que ocurren en pilas y acumuladores son ejemplos de óxido-reducción.

Reconoce algunas de las manifestaciones del proceso químico de óxido-reducción en materiales de uso cotidiano.

#### Individual

1. Imagina que estás preparando una ensalada de frutas con manzana y plátano, pero antes de agregar la crema suena el teléfono. Es tu mejor amigo que llama para platicarte acerca de sus actividades del día. Cuando intentas continuar con la preparación de tu ensalada descubres que su aspecto ya no es el mismo; la fruta presenta un color café un tanto desagradable.



2. Responde.

- a) ¿Qué consideras que causó el cambio de color en la superficie de la fruta?
- b) ¿En qué otras frutas o verduras has observado esto?
- c) ¿Por qué no sucede este fenómeno cuando las frutas aún tienen cáscara?

#### Equipo

3. Para resolver las interrogantes anteriores inténgrense en equipos y consigan el material que se solicita a continuación.

#### Material

Una pieza de las siguientes frutas: manzana, plátano, aguacate y limón, 3 trozos de papel aluminio de 5 × 5 cm, 2 clavos de hierro, 3 objetos pequeños hechos de cobre (pueden ser trozos de cable grueso o monedas, entre otros), 100 mL de ácido clorhídrico, 100 mL de agua oxigenada, una probeta de 100 mL, 4 vasos de precipitados de 100 mL, un cuchillo, una lija y un marcador.

#### Medidas de seguridad

Usen guantes y lentes de seguridad durante todo el procedimiento porque la disolución de agua oxigenada y el ácido clorhídrico son irritantes para los ojos y la piel. No ingieran la fruta, porque puede contaminarse durante el desarrollo del experimento. Trabajen en un lugar bien ventilado.

#### Procedimiento

4. Con el cuchillo corten la manzana, el plátano y el aguacate en cuatro trozos; describan en su cuaderno las características de cada uno al momento de cortarlos.
5. Envuelvan un trozo de manzana con el papel aluminio y dejen otro expuesto al ambiente; sumerjan el tercer trozo en agua y bañen con jugo de limón el cuarto trozo de la fruta.



6. Repitan el procedimiento anterior para el aguacate y el plátano. Procuren hacer el procedimiento al mismo tiempo con todos los pedazos de fruta. Esperen dos horas para revisar los trozos y describan las características que presenta cada uno.
7. Con el marcador rotulen los vasos de plástico de acuerdo con la tabla 4.5.
8. Lijen los objetos de metal hasta observar el brillo característico de cada uno.
9. Midan los líquidos con la probeta y preparen las disoluciones que se muestran en la tabla; viértanlas en cada uno de los vasos de precipitados. Rotulen cada vaso con el nombre de la disolución y el objeto que contiene.
10. Sumerjan un objeto metálico en cada vaso de precipitados como indica la tabla 4.5.

Tabla 4.5 Registro de resultados	
Vaso	Sustancias en cada vaso de precipitados
1	50 mL de ácido clorhídrico + clavo de hierro
2	50 mL de ácido clorhídrico + 50 mL de agua oxigenada + objeto de cobre
3	50 mL de ácido clorhídrico + objeto de cobre
4	50 mL de ácido clorhídrico + 50 mL de agua oxigenada + objeto de cobre

11. Registren en su cuaderno el aspecto de cada metal antes de sumergirlo en el líquido que le corresponde. Esperen dos horas y describan lo que le sucedió a cada objeto.

#### Análisis de resultados

12. Respondan.

- a) ¿Qué le sucedió a cada trozo de fruta?, ¿todos cambiaron de color?, ¿cuál se oscureció más?, ¿consideran que ocurrió un cambio químico? ¿Por qué?
- b) ¿La fruta cubierta con papel aluminio cambió de color? ¿Por qué?
- c) ¿A qué se debe que el limón evite que la fruta adquiera una tonalidad café?
- d) ¿Qué le sucedió a los objetos metálicos sumergidos en ácido clorhídrico al cabo de dos horas?, ¿hubo cambio de color? ¿Consideran que ocurrió un cambio químico? Justifiquen.
- e) ¿Qué le ocurrió a los objetos metálicos sumergidos en las disoluciones de ácido clorhídrico y agua oxigenada?, ¿hubo cambio de color al cabo de dos horas? ¿Por qué ocurrió un cambio químico?

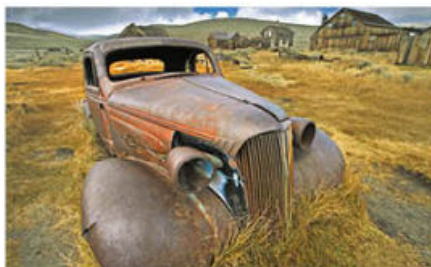
**Manejo de residuos**

Recuperen y laven con suficiente agua los objetos de metal que usaron. Reúnan los desechos de ácido clorhídrico en un recipiente y neutralicen con bicarbonato de sodio; usen papel pH para asegurarse de que sus residuos tienen un pH cercano a 7. Los desechos de los vasos 2 y 4 se desechan con suficiente agua en la tarja.

**Desarrollo**

Las reacciones de óxido-reducción, también conocidas como **reacciones redox**, son un tipo importante de procesos químicos que si bien no son tan evidentes, sí rodean nuestra vida cotidiana. Como lo revisaste en la actividad anterior, muchas frutas cambian de color cuando se les retira la cáscara. El aguacate se pone negro, mientras que las manzanas, las peras y los plátanos se tornan color café. Se trata de fenómenos donde ocurren reacciones redox. Ciertas sustancias en las frutas reaccionan con el oxígeno del aire y a su vez producen otras sustancias (de tono oscuro) llamadas melaninas (que poseen propiedades antimicrobianas y por tanto, podrían ser utilizadas por los vegetales para protegerse contra las infecciones).

El ácido ascórbico, o vitamina C, es un compuesto que retarda la oxidación de otras sustancias; se encuentra en frutas como limón, naranja y guayaba. Por ello, al agregar jugo de limón a algunas frutas sin cáscara, como la manzana y el aguacate, su superficie permanece sin oxidarse durante más tiempo.



4.17 La herrumbre causa pérdidas millonarias en nuestro país.

Otro ejemplo muy conocido de reacción de óxido-reducción es la **corrosión**, que ocurre cuando un metal se encuentra a la intemperie (en contacto con el aire y la humedad) por largos periodos. Esto sucede porque hay una reacción entre el metal y el oxígeno del aire. El proceso es lento, porque sólo reacciona la parte del metal que está en contacto directo con el oxígeno del aire, es decir, la superficie metálica. Cuando el metal es hierro se forma un polvo rojo encima de él; entonces a la vista se aprecia, en vez del típico brillo metálico, el color marrón característico de la herrumbre (figura 4.17). La corrosión es un proceso químico que puede afectar el funcionamiento de dispositivos electrónicos, así que en su fabricación deben usarse materiales que sean resistentes a este proceso (figura 4.18).



4.18 El oro es un metal que no se oxida fácilmente y se emplea para fabricar pequeñas piezas de teléfonos celulares y calculadoras, entre otros dispositivos portátiles.

Sin lugar a dudas, la reacción redox más importante de todas es la combustión; desde la Antigüedad el ser humano ha aprovechado este tipo de reacciones como fuente de luz y calor. Cuando alguna sustancia entra en combustión, coloquialmente se dice que "se quema". Una fogata, los cerillos o las estufas encendidas, e incluso incendios, son ejemplos en los que ocurren reacciones de óxido-reducción. En las combustiones reaccionan dos sustancias: un combustible (madera o gasolinas) y un comburente (el oxígeno del aire) para producir energía, dióxido de carbono y agua.

Sin embargo, no todas las reacciones de combustión generan los mismos productos; por ejemplo, la combustión del magnesio produce energía y óxido de magnesio; también lo hacen las reacciones redox, como las plantas, que usan la energía del Sol para fabricar nutrientes a partir de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y agua (H<sub>2</sub>O) mediante el proceso de la **fotosíntesis**. En el proceso de **respiración** humana el combustible es la glucosa (C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>) que reacciona con el oxígeno del aire y, mediante este proceso, se genera la energía que los seres vivos requieren para realizar sus funciones metabólicas y actividades cotidianas, además de que se producen desechos como dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y agua (H<sub>2</sub>O).

**Características y representaciones de las reacciones redox**

En muchas de las reacciones redox participa el oxígeno y por eso antes se denominaban oxidaciones a las reacciones en que las sustancias se combinaban con oxígeno. La combustión del magnesio que se muestra a continuación era catalogada sólo como una reacción de oxidación.



Por otra parte, la reacción de formación de cobre a partir de óxido de cobre e hidrógeno gaseoso se clasificaba como una reacción de reducción, puesto que uno de los reactivos perdía oxígeno:

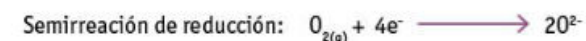
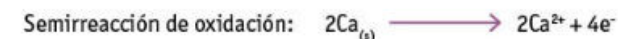


En la actualidad se sabe que en una reacción redox no siempre participa el oxígeno; asimismo, las reacciones de oxidación y reducción no son procesos que puedan separarse, es decir, siempre que ocurra una oxidación también habrá una reducción. Ejemplo de ello es la reacción de formación del óxido de cobre (figura 4.19):



Otro ejemplo de este tipo de reacciones es la del óxido de calcio, que es un compuesto iónico formado por los iones de calcio (Ca<sup>2+</sup>) y de óxido (O<sup>2-</sup>). Los átomos de calcio pierden dos electrones para formar cationes, y el oxígeno gana dos electrones y forma aniones; es decir, ocurre una transferencia de electrones entre las sustancias de partida para formar una nueva sustancia. Los químicos acordaron que la sustancia que pierde electrones se **oxida** y la que gana electrones se **reduce**, por lo que se acostumbra decir que la **oxidación** es pérdida de electrones y la **reducción**, ganancia de éstos.

La oxidación y la reducción son procesos opuestos y complementarios, aunque es posible presentarlos por separado de la siguiente manera:



Estudiar el contenido de esta secuencia te puede ayudar para llevar a cabo el proyecto 1 de este bloque.

HACIA TU PROYECTO



4.19 Algunos óxidos de metales de transición se usan en la manufactura del vidrio para brindarle color y mejorar su apariencia estética. Por ejemplo, el óxido de cobre, en pequeñas proporciones, produce el color turquesa y el óxido de hierro (III) permite obtener el color verde de las botellas de cerveza.

HACIENDO PROYECTO

Reflexiona acerca de la importancia de las reacciones de combustión de hidrocarburos para resolver el problema planteado en el proyecto 2 de este bloque.

**Interdisciplina**

Consulta el bloque 3 de tu libro de Ciencias 1. Biología y explica por qué el uso desmedido de combustibles derivados del petróleo es una de las causas del incremento del efecto invernadero y calentamiento global.



A las representaciones anteriores se les denomina **semirreacciones**. En la semirreacción de oxidación los electrones se colocan del lado de los productos; por el contrario, en la semirreacción de reducción los electrones se ubican en el lado de los reactivos.

Cabe mencionar que, en ambas ecuaciones, los iones que se forman poseen capas llenas similares a las del gas noble anterior (en el caso del calcio) o posterior. Dos átomos de calcio metálico pierden sus electrones de valencia para generar en total cuatro electrones, que son transferidos a los átomos que forman la molécula de oxígeno. Así, ambas semirreacciones cumplen con la Ley de la conservación de la masa, y lo mismo ocurre con el proceso de óxido-reducción total (de formación de óxido de calcio).

Debe mencionarse que en una reacción redox hay nombres comunes con los que se conoce tanto a las especies que se oxidan como a las que se reducen. A las primeras, las que pierden electrones, se les denomina **agentes reductores**, y a las especies que ganan electrones, **agentes oxidantes**. En la combustión del calcio el agente reductor es el calcio y el oxidante, el oxígeno.

¿Qué especies se oxidan y se reducen en las reacciones redox que ocurren a nuestro alrededor? En la fotosíntesis el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) se reduce para formar parte de la glucosa (C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>), el alimento que producen las plantas. En contraparte, el oxígeno de la molécula de agua (H<sub>2</sub>O) se oxida para formar parte de la molécula de oxígeno en los productos. La ecuación química que representa este proceso es la siguiente:



En cambio, en la respiración ocurre el proceso inverso, porque los átomos de carbono de la molécula de glucosa se oxidan para conformar dióxido de carbono, y los átomos de la molécula de oxígeno se reducen para formar moléculas de agua.



Por otro lado, con el fin de explicar la combustión de hidrocarburos se tomará como ejemplo uno de los más sencillos: el gas metano. Este hidrocarburo es el principal componente del gas natural que se usa en calentadores de agua, estufas y para generar electricidad. Debe mencionarse que si bien se necesita energía para que el proceso inicie, al final de la reacción se obtiene más de ésta que la invertida en un principio (figura 4.20).

La reacción de la combustión del metano se representa como:



En este caso el carbono de la molécula de metano se oxida para generar CO<sub>2</sub> y los átomos de oxígeno se reducen para formar parte de ambos productos. La gasolina también está hecha de hidrocarburos, principalmente de octano. Cuando éste, que es un líquido, se quema al interior del motor de un automóvil, ocurre la siguiente reacción:



1 1.00797  
1  
**H**  
Hidrógeno

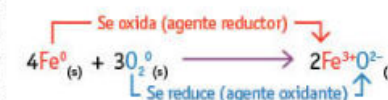
4.20 La combustión del hidrógeno produce una gran cantidad de energía, por lo que este elemento representa una fuente alternativa que se ha aprovechado para impulsar desde transbordadores espaciales hasta automóviles.

Como ya se ha mencionado, la corrosión de metales (figura 4.21) es un proceso redox. ¿Cuál es la ecuación química que le corresponde? Por ejemplo, la ecuación para la corrosión del hierro es la siguiente:



En esta reacción se forma el óxido de hierro (III) conocido como herrumbre, que está conformado por iones de hierro (Fe<sup>3+</sup>) y de oxígeno (O<sup>2-</sup>), de manera que la especie que se oxida es el hierro (agente reductor) y la que se reduce es el oxígeno (agente oxidante).

Para facilitar la tarea de identificar qué especie se oxida y cuál se reduce en una ecuación redox, se sugiere representar el número de oxidación de cada especie que participa en el proceso. Este número permite comparar los átomos en un compuesto con los átomos en su estado neutro y así determinar si ganaron o perdieron electrones. Cabe mencionar que existen reglas para asignar el número de oxidación de los átomos en los compuestos y se describirán en la siguiente secuencia. Por ejemplo, en la ecuación que representa a la corrosión del hierro se escribe de la siguiente manera.



Posteriormente se identifican los electrones que pierde o gana cada especie. La ecuación muestra que los átomos de hierro cambian su número de oxidación de 0 a 3+, pierde tres electrones y, por ello, se reduce (agente oxidante). Por su parte, el oxígeno cambia su número de oxidación de 0 a 2-; de esta manera gana dos electrones, lo que implica que se oxida (agente reductor). Otro ejemplo es la corrosión del cinc con ácido clorhídrico, se representa así:



El cinc presenta una carga de 0 a 2+; es decir, pierde dos electrones y es la especie que se oxida (agente reductor), mientras que los átomos de hidrógeno en los reactivos tienen una carga aparente de 1+ y en los productos presentan una carga neutra. Al cambiar de 1+ a 0 los átomos de hidrógeno ganan un electrón y se reduce (agente oxidante). Los átomos de cloro poseen el mismo número de oxidación, 1- en los reactivos y productos, por lo que no hay una transferencia de electrones.

**Identifica qué reactivos se oxidan y cuáles se reducen en reacciones redox.**

**Individual**

1. Analiza y balancea las ecuaciones.

- a)  $\text{Al}^0 + \text{O}_2^0 \longrightarrow \text{Al}^{3+}\text{O}^{2-}$
- b)  $\text{Na}^0 + \text{Cl}_2^0 \longrightarrow \text{Na}^+\text{Cl}^-$
- c)  $\text{Mg}^0 + \text{Br}_2^0 \longrightarrow \text{Mg}^{2+}\text{Br}_2^{-1}$
- d)  $\text{Li}^0 + \text{O}_2^0 \longrightarrow \text{Li}_2^+\text{O}^{2-}$

2. Responde.

- a) ¿Qué especies se oxidan? ¿Cuáles se reducen?
- b) En cada reacción, ¿cuáles son los agentes oxidantes y los reductores?
- c) En general, ¿los metales son agentes oxidantes o reductores?
- d) ¿Qué puedes concluir acerca de los no metales? ¿Son agentes oxidantes o reductores?



4.21 El aluminio es resistente a la corrosión, porque al contacto con el oxígeno del aire se forma una capa de óxido de aluminio (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) que funciona como recubrimiento e impide que el material continúe oxidándose. Por ello se usa para construir aviones.

Hasta ahora has llevado a cabo algunas reacciones químicas, entre ellas las de descomposición, neutralización y ácido-base. Ahora identifica las reacciones redox.

#### Material

200 mg de yodo, cinc y aluminio en polvo, 200 mg de limadura de hierro, 5 mL de agua, 2 vidrios de reloj, 3 frascos ámbar con tapa para disponer de los residuos, agitador de vidrio, espátula, gotero, guantes, bata y lentes de seguridad.

#### Medidas de seguridad

Utilicen guantes, lentes de seguridad y bata mientras dure el experimento porque las reacciones pueden ser muy violentas. Además, el yodo es una sustancia que irrita la piel; también eviten respirar los vapores que se desprenden. Trabajen en un lugar bien ventilado.

#### Procedimiento

##### Equipo

- Coloquen el yodo en un vidrio de reloj y pulverícenlo con la ayuda del agitador de vidrio.
- Tomen la cantidad de yodo que puedan recoger con la punta de la espátula y colóquenla en un vidrio de reloj limpio.
- De la misma forma tomen el cinc en polvo con la punta de la espátula y pónganlo en el vidrio de reloj donde está el yodo que prepararon en el punto anterior. Mezclen ambos con ayuda del agitador de vidrio.
- Agreguen unas gotas de agua a la mezcla y aléjense a un metro de distancia. Escriban en su cuaderno lo que observen.
- Recuperen los residuos del vidrio de reloj en un recipiente previamente etiquetado con el nombre del metal que usaron. Laven el vidrio de reloj y séquenlo.
- Repitan los pasos 2, 3 y 4 con dos mezclas más: yodo-cinc y yodo-hierro. Registren sus observaciones en una tabla como la siguiente.

Tabla 4.6 Registro del experimento

Número de prueba	Mezcla	Observaciones
1	Yodo - cinc	
2	Yodo - aluminio	
3	Yodo - hierro	

#### Análisis de resultados

7. Respondan.

- ¿Qué manifestaciones de cambio químico observaron? ¿Hubo algún cambio de color? ¿Se desprendió algún gas? ¿Percibieron energía en forma de luz o calor? Argumenten su respuesta.
- ¿Cuáles son las características de los reactivos? ¿Qué sustancias poseen brillo? ¿Cuáles forman cristales?
- En cada experimento, ¿qué características presentaron los productos finales? ¿Consideran que hubo un cambio químico? ¿Cuál es el producto que se formó?
- Representen, por medio de ecuaciones, las reacciones que se llevaron a cabo y balancenlas. El agua no está considerada en ellas porque sirvió para iniciar la reacción. ¿Qué sustancias se oxidaron?, ¿cuáles se redujeron? ¿Cuáles son los agentes oxidantes y cuáles los reductores?
- En la secuencia 15 trabajaron con una reacción de descomposición de óxido de mercurio para generar mercurio líquido y oxígeno gaseoso. ¿Consideran que esta reacción es redox? ¿Por qué? ¿Qué sustancia se oxida?, ¿cuál se reduce?

##### Grupo

8. ¿Qué tipo de reacciones químicas llevaron a cabo en la actividad de la página 212? Discutan sus resultados de manera grupal.

#### Manejo de residuos

Los desechos deben separarse por metales en tres frascos de vidrio color ámbar; cada frasco debe etiquetarse con el nombre del metal.

#### PRACTICA

- Las sustancias que se obtienen al reaccionar un ácido con una base es agua y...
 

<input type="radio"/> a) agua	<input type="radio"/> b) ácido.
<input type="radio"/> c) sal.	<input type="radio"/> d) base.
- ¿Por qué la fotosíntesis es una reacción de óxido-reducción?
 

<input type="radio"/> a) Porque el $\text{CO}_2$ se reduce y el $\text{O}_2$ se oxida.
<input type="radio"/> b) Porque hay producción de nuevos compuestos.
<input type="radio"/> c) Porque hay una reducción en la cantidad de compuestos.
<input type="radio"/> d) Porque intervienen los electrones de la luz.
- La oxidación es el proceso mediante el cual un átomo...
 

<input type="radio"/> a) gana electrones.
<input type="radio"/> b) pierde electrones.
<input type="radio"/> c) pierde protones.
<input type="radio"/> d) gana neutrones.
- ¿Qué cambio químico ocurre cuando una sustancia pierde electrones?
 

<input type="radio"/> a) Se neutraliza.	<input type="radio"/> b) Se reduce.
<input type="radio"/> c) Se oxida.	<input type="radio"/> d) Se descompone.

## Número de oxidación

### Inicio

En la secuencia anterior estudiaste que las reacciones de óxido-reducción (redox) son importantes, porque muchos de los procesos químicos que ocurren en la naturaleza son de este tipo; también revisaste que se integran por dos procesos inseparables que ocurren de manera simultánea: oxidación y reducción (4.22).



4.22 En el proceso de blanqueo del papel se emplean agentes oxidantes, como el peróxido de hidrógeno, ozono e hipoclorito de sodio, que permiten eliminar las sustancias coloridas presentes en la pulpa de la madera que contiene celulosa, el principal constituyente del papel.



4.23 El titanio es un metal con diversas aplicaciones técnicas; dada su resistencia a la corrosión, se emplea en la fabricación de prótesis corporales, partes para automóviles, aviones, cohetes espaciales y submarinos, e incluso en la construcción de plataformas petroleras.

Las sustancias que pierden electrones en el proceso de oxidación se denominan agentes reductores y aquellas que ganan electrones en el proceso de reducción son agentes oxidantes. En esta secuencia aprenderás que la transferencia de electrones entre diferentes elementos para formar nuevas sustancias (figura 4.23) está determinada por su posición en la tabla periódica y por sus electrones de valencia.

### Analiza el proceso de óxido-reducción en la formación de un compuesto de nivel industrial.

En las pinturas, el óxido de cinc se usa como pigmento que inhibe el crecimiento de hongos; también se emplea en la producción de bloqueadores solares, como ungüento para prevenir la formación de microorganismos y en la fabricación de neumáticos. Este compuesto puede obtenerse a partir de cinc puro y oxígeno. La ecuación que representa el proceso es:



#### Individual 1. Responde.

- ¿Qué sustancia corresponde al agente oxidante?
- ¿Cuál es el agente reductor?
- ¿Cómo lo determinaste? Describe el proceso en tu cuaderno.

#### Pareja 2. Compara tus respuestas con las de un compañero y después comenten en grupo.

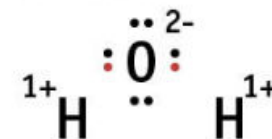
### Desarrollo

Como ya lo estudiaste, en una reacción química los átomos se combinan para alcanzar el mismo número de electrones que los gases nobles. Por ejemplo, en la formación del cloruro de sodio, el sodio pierde un electrón para adquirir el mismo número de electrones que el helio, en tanto el cloro gana un electrón y obtiene el mismo número de electrones que el argón. En este caso se forma un enlace entre iones y es fácil saber qué átomo ganó y cuál perdió electrones.



Por otra parte, si en la reacción se formó un compuesto covalente, en el que los electrones se comparten por los átomos que forman cada enlace, es más difícil saber si un átomo ganó o perdió electrones durante el proceso. ¿Cómo determinar que en la reacción de electrólisis del agua hubo una transferencia de electrones si todas las sustancias implicadas tienen enlaces covalentes y las moléculas participantes son eléctricamente neutras?

Para resolver este problema los químicos crearon el concepto de **número de oxidación**, con el cual es posible conocer el grado de oxidación de una sustancia, es decir, la carga aparente que tendría un átomo al unirse a otro mediante un enlace iónico que puede existir o ser hipotético. Por ejemplo, en la molécula del agua (figura 4.24) el número de oxidación de cada hidrógeno es 1+, lo que significa que el átomo de hidrógeno tiende a perder su único electrón si el átomo de hidrógeno se uniera por enlace iónico a un átomo de oxígeno. En cambio, el número de oxidación del átomo del oxígeno (en el agua) es 2-. En general, un número de oxidación positivo significa que dicho elemento perdió electrones comparado con un átomo aislado del mismo elemento; un número de oxidación negativo indica que ese elemento ganó electrones comparado con un átomo aislado de éste.



4.24 Representación de los iones de la molécula de agua; éstos permiten determinar los números de oxidación de sus componentes.

El número de oxidación de muchos elementos representativos (en particular aquellos que pertenecen a los grupos 1, 2, 13 y 17) puede inferirse si se conoce su ubicación en la tabla periódica. Es así porque estos elementos tienden a adquirir los mismos electrones que los gases nobles cada vez que se combinan. Por ejemplo, todos los elementos que se encuentran en el grupo 1, 2 y 13 tienen un número de oxidación igual a 1+, 2+ y 3+ respectivamente, porque tienden a perder sus electrones de valencia. Los elementos del grupo 17 tienden a ganar un electrón para tener llena su capa de valencia; sin embargo, algunos elementos como el carbono, el nitrógeno, el azufre y muchos metales de transición, adquieren números de oxidación diversos y, dependiendo de los átomos con los que se unan para formar compuestos, pueden ser valores positivos o negativos.

Para asignar números de oxidación a los elementos que constituyen un compuesto pueden aplicarse las siguientes reglas.

- Por definición, los átomos de un elemento en estado puro son neutros y se les asigna el cero como número de oxidación; por ejemplo, carbono (C), hidrógeno (H<sub>2</sub>), cloro (Cl<sub>2</sub>), hierro (Fe), sodio (Na) y potasio (K).
- Al hidrógeno siempre se le asigna 1+ como número de oxidación, excepto cuando se une a algún metal, entonces su número de oxidación es 1-.
- Al oxígeno siempre se le asigna 2- como número de oxidación, excepto en los peróxidos (el agua oxigenada, por ejemplo) cuando el número de oxidación es 1- (figura 4.25).
- Para los elementos de los grupos 1, 2 y 13 los números de oxidación más comunes son 1+, 2+ y 3+.
- Para los elementos del grupo 16 el número de oxidación más común es 2- debido a su tendencia a ganar electrones para adquirir la configuración electrónica del siguiente gas noble.
- El número de oxidación de los átomos de otros elementos se calculan por diferencia, a partir de saber que en la fórmula química de un compuesto la suma de los números de oxidación de todos los átomos debe ser igual a cero.

### Te recomendamos

Leer acerca de la producción minera metalúrgica, en la que se llevan a cabo reacciones de óxido-reducción, en: Rodríguez Vázquez, Amparo, Matouk y Cristina Núñez, "La producción minera metalúrgica", en Revista digital *Conversus*, núm. 101, 2013, disponible en <http://www.edutics.mx/46t> (Consulta: 20 de junio de 2016).



4.25 El oxígeno del aire es el comburente usado en la mayoría de los motores de reacción de aviones, sin embargo, cuando la disponibilidad de oxígeno es insuficiente, como ocurre con los cohetes que viajan al espacio en donde no hay aire, es necesario equiparlos con tanques de este elemento en su forma gaseosa o líquida.





4.26 El mar muerto es un lago ubicado entre Israel, Estado de Palestina y Jordania, es famoso porque contiene una gran cantidad de sales, lo que eleva la densidad de sus aguas y permite que las personas floten de manera natural. En este lago se ha encontrado la concentración más alta de bromuros ( $\text{MgBr}_2$ ) en comparación con la del resto de los mares.

### Ejemplos de reacciones redox

Ahora sabes de qué manera determinar los números de oxidación de algunos elementos en diferentes compuestos, pero ¿de qué forma se relaciona el número de oxidación con los procesos de transferencia de electrones entre los átomos? En una reacción redox siempre cambia el número de oxidación de los elementos involucrados. En general, un elemento se oxida si su número de oxidación aumenta y se reduce cuando su número de oxidación disminuye. Por ejemplo, en la reacción de formación del agua, el número de oxidación del hidrógeno cambia de cero (hidrógeno molecular) a 1+ en el agua, lo que implica que se oxida, mientras que el número de oxidación del oxígeno se modifica de cero (oxígeno molecular) a 2- en el agua, así que este elemento se reduce.



Respecto a una reacción de formación de un compuesto iónico, como es el caso del bromuro de magnesio, el número de oxidación del magnesio cambia de cero a 2+, por lo que el metal se oxida, mientras que el número de oxidación del bromo se modifica de cero a 1-, por tanto se reduce (figura 4.26).



En una ecuación química es útil escribir los números de oxidación de los elementos que participan para discernir con facilidad qué sustancia se oxida y cuál se reduce. Por ejemplo:



El bromuro de magnesio es una sustancia pura y por tanto es eléctricamente neutra, y para corroborarlo se suman los números de oxidación de todos sus átomos constituyentes: un átomo de magnesio y dos átomos de bromo, de la siguiente forma:

$$[2 \times (-1)] + [+2] = -2 + 2 = 0$$

Determina los números de oxidación de cada elemento en un compuesto, e identifica cuál elemento se oxida y cuál se reduce en una reacción redox.

Individual

- De acuerdo con las reglas que ya se mencionaron asigna correctamente los números de oxidación de cada elemento en las siguientes sustancias e investiga sus nombres.

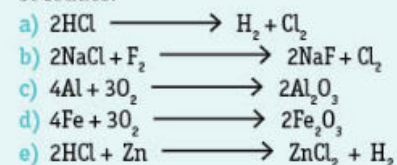


- Responde.

- ¿Qué número de oxidación tiene el carbono en el metano ( $\text{CH}_4$ )?, ¿y en el dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ )?
- ¿A qué se debe la diferencia del número de oxidación del carbono en ambos compuestos? Escribe la estructura de Lewis para cada uno de ellos.

- ¿Cuántos electrones de valencia tiene el átomo de carbono en cada compuesto? ¿Ambos cumplen la regla del octeto?

- Analiza las siguientes reacciones y determina qué elemento se oxida y cuál se reduce.



Además de los procesos de óxido-reducción que puedes observar en tu vida cotidiana, este tipo de reacciones son muy importantes a nivel industrial; en la mayoría de los procesos de obtención de nuevas sustancias es posible encontrar al menos una reacción de este tipo.

Este es el caso de los metales, que comúnmente no se encuentran en su forma elemental, sino que conforman compuestos denominados minerales, así como los minerales como la hematita ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) y la magnetita ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) que se extrae el hierro mediante reacciones de óxido-reducción. Estos minerales se ponen en contacto con el carbono, que funciona como agente reductor y permite la separación del hierro elemental, en un proceso que se lleva a cabo a muy altas temperaturas. Una de las reacciones químicas que ocurren en dicho proceso se representa así:



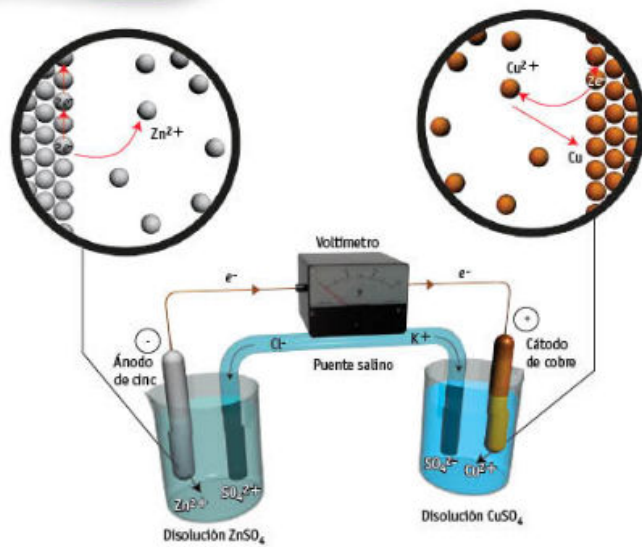
Por otra parte, el amoníaco ( $\text{NH}_3$ ) es uno de los compuestos químicos que más se produce a nivel mundial y se usa en la industria de fertilizantes, medicamentos, limpiadores, refrigerantes y en la producción de telas. El proceso de Haber-Bosch se emplea a nivel industrial para obtener este compuesto a partir de la reducción del nitrógeno elemental y la oxidación del hidrógeno molecular como se expresa en la siguiente ecuación.



Las baterías son celdas electroquímicas que sirven como fuente de energía eléctrica de dispositivos, como teléfonos celulares, cámaras fotográficas, aparatos radiofónicos y computadoras. En una celda electroquímica se produce una reacción de óxido-reducción que genera electricidad y que consta de dos electrodos sumergidos en disoluciones iónicas, un puente salino y un medidor de diferencia de potencial. Los electrodos más utilizados en este tipo de dispositivos son barras de metal, cada una se sumerge en una disolución que contiene iones del mismo metal del que está hecho el electrodo. Por ejemplo, en lo que se conoce como la celda de Daniell (figura 4.27, página 226), un electrodo de cinc (Zn) se sumerge en una disolución de sulfato de cinc ( $\text{ZnSO}_4$ ) y un electrodo de cobre (Cu) en una disolución de sulfato de cobre ( $\text{CuSO}_4$ ). En cada electrodo ocurre una semirreacción. Los químicos acordaron denominar **ánodo** al electrodo en que se lleva a cabo la reacción de oxidación y **cátodo** donde se efectúa la reacción de reducción. El puente salino puede ser un tubo de vidrio en forma de U, que contiene un electrolito, el permite la circulación de iones a través de la celda.

### Interdisciplina

Revisa el bloque 4 de tu libro de Física para recordar por qué se mueven los electrones en los materiales.



4.27 La celda de Daniell fue inventada en 1836 por el químico y meteorólogo británico John Frederic Daniell.



4.28 Las pilas de botón se utilizan en aparatos electrónicos, como relojes, reproductores portátiles de audio, calculadoras y controles remotos.

En la celda de Daniell —llamada así en honor a su creador, el químico inglés John Frederick Daniell—, las semirreacciones que ocurren en el cátodo y el ánodo son:

Ánodo (electrodo de Zn)	$Zn_{(s)} \longrightarrow Zn^{2+}_{(aq)} + 2e^{-}$
Cátodo (electrodo de Cu)	$Cu^{2+}_{(ac)} + 2e^{-} \longrightarrow Cu_{(s)}$

La corriente eléctrica fluye desde el ánodo hacia el cátodo mediante conductores eléctricos. La reacción global es la siguiente:



En la figura 4.27 las disoluciones están separadas físicamente; sin embargo, el contacto eléctrico entre ellas se mantiene debido a la presencia de un puente salino.

Las pilas de botón a base de mercurio (figura 4.28) están formadas por un ánodo de zinc (amalgamado con mercurio) y un ánodo de óxido de mercurio, contenidos en un recipiente de acero. La reacción global se representa de la siguiente forma:



¿Qué elemento se oxida?, ¿cuál se reduce?

**Cierre**

Analiza los procesos de transferencia de electrones en algunas reacciones sencillas.

**Individual**

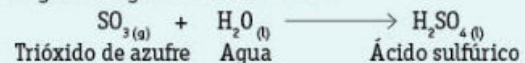
1. Analiza la información de cada uno de los siguientes casos y responde.

**Caso 1**

El ácido sulfúrico es muy importante para la obtención de diferentes sustancias y su producción es un indicador del desarrollo industrial de un país. Este ácido puede obtenerse por diversos procesos a partir de azufre, oxígeno y agua, y en todos se involucran reacciones redox. En el primer paso ocurre la formación de dióxido de azufre a partir de azufre y oxígeno molecular, que se representa con la siguiente reacción:



El dióxido de azufre continúa reaccionando con oxígeno para formar trióxido de azufre, que al combinarse con agua da lugar al ácido sulfúrico.

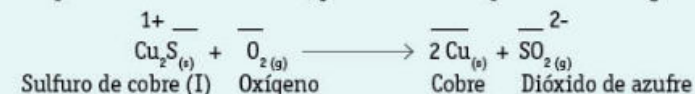


2. Responde.

- ¿Qué elemento se oxida en la reacción de formación de  $SO_2$ ? ¿Cuál se reduce? ¿Cómo lo determinaste?
- ¿Qué número de oxidación tiene el azufre en el trióxido de azufre ( $SO_3$ )? Al formarse el ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ), ¿el azufre se oxida o se reduce?

**Caso 2**

El cobre es un metal apreciado por su maleabilidad y ductilidad, pero sobre todo por su capacidad de conducir la corriente eléctrica. De hecho, es el material que más se usa para fabricar cables y es componente de diversas aleaciones, como el bronce y el latón. Este metal puede obtenerse a partir del sulfuro de cobre, y la reacción se representa de la siguiente forma:



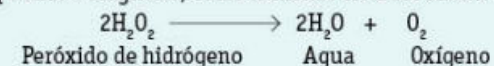
3. Escribe sobre las líneas los números de oxidación de la reacción anterior.

4. Responde.

- ¿Qué número de oxidación tiene el azufre en el sulfuro de cobre (I)? ¿Y en el dióxido de azufre?
- ¿El azufre se oxida o se reduce?

**Caso 3**

El peróxido de hidrógeno ( $H_2O_2$ ), mejor conocido como agua oxigenada, se usa para limpiar heridas leves y puede adquirirse en cualquier farmacia. A nivel industrial se utiliza para tratar aguas residuales y en el proceso de blanqueo de pulpa de madera para la fabricación de papel. A temperatura ambiente, el peróxido de hidrógeno se descompone en agua e hidrógeno, reacción que libera calor, pero es muy lenta; así que, para acelerarla, se agregan sustancias como el yoduro de potasio o magnesio, como lo hiciste en la secuencia 14 del bloque 3.



5. Responde.

- En el peróxido de hidrógeno ¿qué número de oxidación tiene el hidrógeno?, ¿y el oxígeno? ¿Por qué el hidrógeno no se oxida ni se reduce?
  - Al formarse oxígeno molecular, ¿qué sucede con el oxígeno? ¿Se oxida o se reduce?
6. Escribe los números de oxidación de los reactivos y productos de la reacción química de la página 222, e identifica qué sustancia es el agente oxidante y cuál el agente reductor.

7. Verifica tus respuestas con ayuda del maestro.

**PRACTICA**

1. En el permanganato de potasio ( $KMnO_4$ ) ¿cuál es el número de oxidación del manganeso (Mn)?

- a) 1+       b) 2+       c) 7+       d) 8+

2. ¿Cuáles son los números de oxidación de cada átomo que integra el dicromato de potasio ( $K_2Cr_2O_7$ )?

- a) K: 1+; Cr: 5+; O: 2-       b) K: 1+; Cr: 6+; O: 2-  
 c) K: 2+; Cr: 5+; O: 2-       d) K: 2+; Cr: 5+; O: 14-

## Proyecto 1

### ¿Cómo evitar la corrosión?



4.29 La Estatua de la Libertad tiene un color verde, producto de la corrosión.

#### Introducción

En la ciudad de Nueva York, Estados Unidos, se encuentra La libertad iluminando al mundo, conocida popularmente como “Estatua de la libertad” (figura 4.29); está construida con una aleación de cobre, acero y otros metales, pero este monumento no tiene el color rojizo característico del cobre cuando se expone al ambiente y a las condiciones oxidantes de éste. La capa que se ha formado encima es una sustancia que se conoce comúnmente como pátina, carbonato de cobre II ( $\text{CuCO}_3$ ) que, en este caso, le sirve de protección. Si alguien decidiera quitarle la pátina, encontraría el cobre en buen estado, sólo que tal hazaña sería temporal, porque éste volvería a oxidarse y pronto tendría de nuevo ese peculiar color verde.

La oxidación de los metales, también llamada corrosión, representa uno de los enemigos a vencer, ya que causa grandes pérdidas económicas e incluso accidentes, porque un metal corroído es un material inservible dado que sus propiedades cambian totalmente. Si observas a tu alrededor encontrarás muchos objetos y muchas estructuras metálicas; para evitar que los afecte la corrosión se ha recurrido a alternativas, como añadirles sustancias que impiden la oxidación, pintarlos o someterlos a distintos procesos químicos, como electrólisis o galvanoplastia.

La **electrólisis** es un proceso electroquímico en el que se involucran la electricidad y una reacción química. Se trata de una reacción de óxido-reducción (redox) que consiste en pasar corriente eléctrica a una disolución en la que habrá transferencia de electrones y, como ya sabes, algunos átomos ganan electrones (se reducen) y otros los pierden (se oxidan). La electrólisis cobra importancia porque con ella pueden recuperarse los metales que se han corroído (figura 4.30). Además, con este proceso se obtienen en forma pura casi todos los metales que comúnmente se encuentran en la naturaleza formando compuestos. La industria minero-metalúrgica aprovecha la electrólisis para tener los metales en su estado elemental, y así fabricar diversos objetos o hacer aleaciones.



4.30 Muchos de los objetos metálicos recuperados del *Titanic* se limpiaron y restauraron mediante el proceso de electrólisis.

Al igual que en la electrólisis, la **galvanoplastia** es un proceso en el que ocurre una reacción química aprovechando la electricidad. Un galvanizado de interés económico se realiza con el hierro, debido a sus importantes usos en la industria de la construcción (edificios y puentes, entre otros). Para que el hierro no esté expuesto a la atmósfera oxidante, por medio de la galvanoplastia se recubre su superficie con otro metal como el cinc, el cual lo protegerá de la corrosión al evitar que se forme óxido de hierro II ( $\text{FeO}$ ), sustancia diferente al hierro metálico, que lo deja inservible para los fines ya mencionados.

#### Planteamiento del problema

A lo largo del bloque tuvieron la oportunidad de conocer las reacciones de oxidación y reducción. Ahora en este proyecto pueden poner en práctica todo lo que aprendieron de éstas. Para iniciar, es necesario que definan y delimiten el problema a resolver. Para orientarlos acerca de los temas que pueden abordar, les sugerimos que respondan en equipo lo siguiente:

- ¿Cuáles son las propiedades más importantes de los metales?
- ¿Cuáles son los usos más comunes de los metales?
- Desde la perspectiva de la Química, ¿qué es la oxidación?
- Seguro han escuchado decir que un metal está “corroído”. ¿Corrosión es sinónimo de oxidación?, ¿o se refiere a una oxidación que le ocurre a los metales?
- ¿Todos los metales se oxidan?
- ¿Por qué se oxidan?
- ¿Cuáles son los agentes corrosivos más agresivos para los metales?
- ¿Por qué unos metales se corroen más fácilmente que otros?
- ¿Por qué a ciertos metales les afecta más la oxidación que a otros? ¿Habría alguna manera de prevenirlo? ¿Ustedes qué opinan?
- ¿De qué metal están hechos los clavos, las latas de refresco, una tarja, las monedas, una llave? Averigüenlo.
- ¿Qué medidas se aplican para prevenir la corrosión?
- ¿Qué implicaciones económicas y sociales genera la oxidación de los metales?
- ¿Qué implicaciones para la salud habría si las latas de metal que contienen alimentos estuvieran corroídas?
- ¿Qué propiedades tienen las latas para alimentos que no se oxidan?
- ¿Por qué el hierro, siendo un metal que se oxida fácilmente, no ha sido sustituido en las construcciones por otro material?

Recuerden que ustedes decidirán el tema de su proyecto de acuerdo con sus intereses e inquietudes.

#### Planeación

En su cuaderno escriban, paso a paso, las actividades que llevarán a cabo para culminar el proyecto. Después elaboren en equipo un cronograma para que distribuyan su tiempo y asignen actividades. No olviden definir sus propósitos, ya que son el eje rector de su trabajo.

#### Desarrollo del proyecto

Después de la planeación es necesario poner manos a la obra con el desarrollo del proyecto. Les sugerimos que contesten lo que se enlista a continuación; pueden orientarlos en esta etapa del trabajo.

- ¿Cuáles son los agentes corrosivos más comunes en el ambiente que pueden perjudicar cualquier estructura metálica?
- ¿Consideran que el producto de la corrosión puede alterar las características de los metales? Expliquen.
- Metales como oro, aluminio, cobre, plata y hierro, ¿se corroen? Argumenten.
- ¿Qué modificación se aplica al acero para que no se oxide tan fácilmente?
- En la actualidad, ¿qué materiales están sustituyendo a los metales?
- ¿Los metales son recursos renovables o no renovables? Justifiquen.
- En nuestro país, ¿cuál es el impacto económico de la corrosión de metales?

#### Te recomendamos

Leer las obras: Ávila Mendoza, Javier y Joan Genescá Llongueras, *Más allá de la herrumbre I y Más allá de la herrumbre II: La lucha contra la corrosión*, México, rce, 2003. (La Ciencia para Todos), disponibles en <http://www.edutics.mx/4sk> y <http://www.edutics.mx/4sz> (Consultadas: 20 de julio de 2016).

- h) ¿Por qué algunos metales oxidados se utilizan en ese estado, como sucede con los tubos y el alambre de cobre en la distribución de gas o en la conducción de electricidad?
- i) ¿Cómo saber cuando un metal está corroído?
- j) Si lijan un metal y eliminan el producto de la corrosión, ¿volverá a corroerse? Expliquen.

#### Presentación de resultados

Para presentar sus resultados enlisten cuáles fueron sus objetivos o propósitos y qué metodología siguieron para lograrlos. Consideren incluir dibujos, fotografías, gráficas y tablas que ayuden a que sus resultados sean más fáciles de entender. Destaquen cómo los conocimientos químicos que han adquirido les permiten entender los fenómenos de la naturaleza e incluso proponer soluciones para problemas relacionados con las reacciones químicas que ocurren a su alrededor.

#### Conclusiones

Es probable que con su proyecto y sus resultados se hayan percatado de que no todos los metales se oxidan con la misma facilidad y cuáles son los métodos adecuados para evitar la corrosión de acuerdo con el tipo de metal de que se trate. Redacten de manera sintética las conclusiones de su proyecto según sus resultados. Consideren responder lo siguiente para apoyarse en la elaboración de sus conclusiones.

- a) ¿Podemos sustituir por completo a los metales? Justifiquen.
- b) ¿Cómo está presente la reacción química en el proceso de la corrosión?
- c) ¿Cómo relacionaron los conocimientos que adquirieron a lo largo del bloque con la realización de este proyecto?
- d) ¿Qué inquietudes quedaron después de culminar su proyecto escolar que puedan dar pie a otros?

#### Comunicación

Les sugerimos que elaboren un díptico informativo para su grupo, o toda la comunidad escolar, que incluya los siguientes puntos.

- a) Corrosión.
- b) Causas.
- c) Problemas que ocasiona.
- d) Formas de evitarla.
- e) Mencionen ejemplos en que la corrosión ha provocado problemas al ser humano o al ambiente. Expliquen lo que se ha hecho para solucionar dichos problemas.

#### Evaluación

Contesten en equipo.

- a) ¿Qué problemas tuvieron y cómo los resolvieron?
- b) ¿Les satisfizo la forma en que trabajaron? ¿Por qué?
- c) ¿Consideran que su desempeño fue importante en el éxito del proyecto?

Responde de manera individual.

- a) ¿En qué parte del proyecto consideras que debes trabajar más?
- b) ¿Qué mejorarías para un siguiente proyecto?
- c) Respecto a tu trabajo, ¿qué te deja satisfecho?

## Proyecto 2

### ¿Cuál es el impacto de los combustibles y posibles alternativas de solución?



#### Introducción

Durante la Revolución industrial, la fuente de energía utilizada generalmente fue el carbón hasta que, en 1948, fue sustituido por el petróleo. Desde entonces, éste es el combustible que hace que el mundo se mueva (figura 4.31), porque se usa en vehículos automotores y en la maquinaria que produce la mayoría de todo lo que nos rodea: ropa, cosméticos, bicicletas, juguetes, computadoras, teléfonos, etcétera.

El petróleo es un material que se conoce desde tiempos antiguos; los romanos lo utilizaban para lubricar las ruedas de sus carros, en Babilonia y Asiria se usaba para pegar ladrillos y en Egipto para engrasar pieles. La perforación de pozos petroleros también es una práctica ancestral: hace más de dos mil años los chinos ya lo practicaban y usaban el petróleo como combustible. Pero fue hasta 1859, en Pensilvania, Estados Unidos, cuando Edwin Drake extrajo petróleo y empezó a comercializarlo.

El origen de este valioso material aún es un misterio, si bien se han formulado diversas teorías respecto a su formación. Una de las más aceptadas propone que, al quedar enterrados los restos orgánicos de plantas y animales, éstos se transformaron en petróleo gracias a las condiciones de presión y temperatura del subsuelo. Se sabe que el petróleo que hoy estamos consumiendo se formó en el periodo comprendido entre la era paleozoica y el final de la cenozoica (alrededor de 500 a 5 millones de años a.n.e.). La incertidumbre acerca de cuánto petróleo queda es grande, aunque se cuenta con nuevas tecnologías para explorar el subsuelo. No obstante, aun cuando hubiera grandes reservas de petróleo, es importante evitar su uso y sustituirlo por fuentes de energía limpias para impulsar la maquinaria de las industrias, los automotores y todo aquello que requiera electricidad en nuestras casas. De esta manera podría terminar la dependencia del llamado “oro negro”, cuya combustión provoca contaminación y produce gran cantidad de gases de efecto invernadero (GEI), lo que incide directamente en el calentamiento global.

#### Planteamiento del problema

En la actualidad dependemos del petróleo desde la perspectiva energética como un combustible, y como parte de los productos de la petroquímica derivados de este material. En su calidad de recurso natural no renovable, puede agotarse, sin embargo, ante tal situación se ha trabajado en generar alternativas de producción de combustibles como el bioetanol. El uso de éste ha generado polémica mundial; algunos países lo producen a partir de plantas como el maíz, otros se niegan a darle este uso debido a que el maíz es un recurso alimentario valioso.



4.31 El petróleo es una mezcla de compuestos orgánicos de color negro; (a) es viscoso e insoluble en agua, por lo que llegó a utilizarse como impermeabilizante en las embarcaciones y en la actualidad tiene múltiples usos; (b) una refinería petrolera.

Para iniciar este proyecto respondan lo que se propone; ello les ayudará a orientar y delimitar el problema que les interesa resolver y así encaminar su trabajo.

- ¿Qué es el petróleo?
- ¿Qué materias primas se obtienen de este material?
- Investiguen qué países tienen petróleo y cuáles no. Señálenlos en un planisferio.
- En un mapa de México marquen las zonas petroleras.
- ¿Qué es un combustible?
- ¿Qué características debe tener un material para ser considerado como un combustible?
- ¿Qué usos se les da a éstos?
- ¿Hay alternativas que sustituyen al petróleo como combustible?
- ¿Qué ventajas y desventajas tienen?
- ¿Son mejores combustibles que el petróleo?
- ¿Qué implicaciones sociales, políticas, económicas y ambientales hay respecto al petróleo y cuáles habría o hay con otras fuentes de energía alternativa?
- ¿Qué alternativas en cuanto a combustibles se han investigado en nuestro país?
- Actualmente están en desarrollo los biocombustibles. Investiga qué son, cuáles son sus ventajas, desventajas y cómo obtenerlos.
- ¿Es posible usar el hidrógeno como combustible? ¿Cuáles son los productos de la combustión de este elemento?

### Planeación

A partir de su investigación elaboren un plan de trabajo para su proyecto. Consideren las etapas, así como los tiempos en que las desarrollarán. No olviden llevar un cuaderno de registro donde relatarán los avances, incluirán fechas y resultados, así como los problemas a los que se enfrenten durante el desarrollo del trabajo. Delimiten su problema a resolver y hagan un planteamiento viable de sus propósitos, ya que éstos serán la guía durante todo su proyecto.

### Desarrollo del proyecto

Para este momento ya han definido su problema, establecido los propósitos a alcanzar, y su planeación quedó lista; por tanto, es momento de comenzar el desarrollo del proyecto. A modo de orientación les sugerimos que respondan lo siguiente.

- ¿Qué pruebas existen para determinar que un material es un combustible?
- ¿Cómo se denomina a las reacciones en las cuales se oxida un combustible en presencia de oxígeno?
- ¿Cómo podrían saber si un material es un combustible igual o más eficiente que el petróleo?
- ¿La eficiencia de este combustible dependerá de su estado de agregación?
- ¿Qué variables deberán controlar si quieren probar la eficacia de un combustible?
- ¿Cómo puede obtenerse un determinado combustible? ¿A partir de qué materias primas?
- Cuando se quema un combustible ¿qué sustancias se producen?
- ¿De dónde se obtiene la energía que se libera en una reacción de combustión?
- ¿Cuál es la ecuación general que representa la combustión de un material combustible?
- ¿Qué medidas de seguridad deben considerarse para manipular un combustible?

### Presentación de resultados

En la presentación de sus resultados utilicen imágenes, gráficas y tablas. Destaquen la importancia del impacto ambiental que tiene el uso de los combustibles convencionales, así como la relevancia de fuentes de energía alternativas y más amigables con el ambiente.

### Conclusiones

Deben surgir a partir del análisis de resultados y deberán responder a su problema y a los propósitos planteados desde el inicio del proyecto. Destaquen las palabras impacto, energía, combustibles convencionales y energías alternativas. Para orientar la redacción de sus conclusiones pueden reflexionar en torno a lo siguiente.

- ¿Qué aprendieron sobre el impacto socioeconómico que tienen los combustibles?
- ¿El petróleo es un material que no puede sustituirse como combustible? Justifiquen.
- ¿Existen mejores combustibles que el petróleo? ¿Qué ventajas tienen?
- En la actualidad, ¿qué alternativas de combustibles son las más amigables, eficientes y baratas para el ambiente? (figura 4.32).

### Comunicación

Sugieran a su maestro que organice en clase una exposición por equipos (figura 4.33). Diseñen un cartel u hojas de rotafolio, donde aborden los siguientes puntos: título del proyecto, problema a resolver, propósitos, metodología seguida, resultados expresados por medio de tablas y gráficas, conclusiones y bibliografía consultada.



4.33 Expongan su trabajo ante sus compañeros durante un máximo de 10 minutos y contesten todas las dudas.

### Evaluación

Contesten en equipo.

- ¿Hubo acuerdos entre todo el equipo? ¿Cómo resolvieron los desacuerdos?
- ¿Lograron sus propósitos?
- ¿Hubo comunicación entre todo el equipo?

Responde de manera individual.

- ¿Qué aporté en este trabajo? ¿Qué puedo mejorar?
- ¿Qué aprendí con este proyecto?
- ¿Qué inquietudes me quedaron?



4.32 El proceso de obtención de bioetanol se da a partir de maíz.

#### Te recomendamos

Leer el artículo acerca de la energía solar como alternativa ante el impacto negativo de los combustibles tradicionales, en <http://www.edutics.mx/ZNY>

También ver el video de Energías renovables en <http://www.edutics.mx/ZGe>

Investigar sobre el petróleo como fuente de combustibles en <http://www.edutics.mx/4Wj>

Y conocer otras alternativas de combustibles en <http://www.edutics.mx/4W9>  
<http://www.edutics.mx/4WC>  
(Consultadas: 20 de junio de 2016).

## Pregunta 1

1. Lee el texto y luego contesta.

## EL INCREÍBLE EMPAQUE DE SUPERCORROSIÓN DE MAGNESIO

¿Te llevas de casa la comida que te gusta pero no tienes dónde calentarla?

Es en estas ocasiones cuando podemos echar mano del increíble empaque de supercorrosión de magnesio (ISSMG), cuyo origen se remonta a la guerra del golfo Pérsico. Fueron los estadounidenses los primeros en desarrollar un dispositivo para que sus soldados comieran sopas calientes entre ataque y ataque. El ISSMG es una versión comercial de ese producto con fines absolutamente pacifistas y se elabora a base de magnesio metálico, limadura de hierro y sal común.

Ingeniosamente dispuestos en un empaque de material poroso, los reactivos liberan una generosa cantidad de calor a los alrededores cuando se agrega agua, y ese calor se transfiere al alimento guardado en bolsas de plástico aluminizado.

El producto se activa al agregar agua dentro del empaque que contiene los reactivos químicos; de inmediato éste se coloca junto a la bolsa de comida y los dos sistemas se mantienen en contacto dentro de un paquete de material aislante (un tortillero de tela acolchonada podría servir). Espera 15 minutos y disfruta de la comida caliente y apetitosa (el efecto dura hasta por una hora). Este producto se puede llevar a cualquier lado, no requiere corriente eléctrica ni pilas y tampoco usa gas, por lo que no produce flamas ni humo. El empaque se utiliza una vez y se tira a la basura sin riesgos para el ambiente.

En el invento del ejército estadounidense (conocido en realidad como FRH, por sus siglas en inglés) ocurre una reacción exotérmica. El FRH o calentador de comida sin flama contiene el metal magnesio, el cual, cuando se mezcla con agua, forma hidróxido de magnesio, hidrógeno y calor:



Veinticuatro gramos de magnesio (un mol) producen 85 kilocalorías de calor, lo que es suficiente para hervir un litro de agua al nivel del mar. Generalmente los químicos desarrollan métodos para combatir la corrosión de los metales. En este caso, sin embargo, lo que se quería era acelerarla para liberar la mayor cantidad de calor en el menor tiempo posible. No obstante, los inventores del FRH se encontraron con una complicación mayor: el magnesio metálico tiene una capa protectora natural e invisible de óxido de magnesio (MgO), que evita que se dé la reacción entre el metal y el agua agregada al sobre. Para lograr el efecto de "supercorrosión", la capa de óxido debe ser penetrada. Los inventores del FRH encontraron que tenían que mezclar el magnesio con hierro y sal común (cloruro de sodio) para romper la capa.

Respecto a los productos liberados en el FRH, el folleto promocional no menciona nada. Por una parte, el hidróxido de magnesio es una base muy débil que no ofrece mayores problemas al ambiente. Sin embargo, llama la atención el hidrógeno gaseoso que se desprende en el proceso, ya que este gas es sumamente reactivo, inflamable y hasta explosivo. Probablemente las cantidades que se liberan son muy pequeñas y no representan peligro en lugares abiertos, pero es posible que no se recomiende su uso en interiores. Sólo el tiempo dirá si el FRH se convertirá en un producto comercial como ha ocurrido con tantos otros que tuvieron su origen en laboratorios y centros militares estratégicos.

Fuente: Adaptado de "El increíble sobre de supercorrosión de magnesio", en *¿Cómo ves?*, México, núm. 47.

a) En tu vida cotidiana, ¿cómo utilizarías este invento?, ¿qué harías con los residuos de la reacción? Justifica tu respuesta.

b) La época de guerra es un periodo de gran creatividad; además del FRH, muchos otros dispositivos y objetos se han desarrollado durante este tipo de conflictos. ¿Qué inventos conoces que surgieron de esta manera?

c) ¿Qué es la corrosión? En tu entorno ¿dónde es posible observar este fenómeno?

2. ¿Cuál es el número de oxidación de los siguientes elementos?

Elemento	H	Mg	Al	Na	Ca	Cl	O	K
Número de oxidación								

a) ¿Qué número de oxidación tienen los elementos Mg y Ca? ¿A qué grupo de la tabla periódica pertenecen?

b) ¿Qué elementos tienen un número de oxidación de 1+? ¿Cuáles tienen un número de oxidación de 1-? ¿En qué grupo de la tabla periódica se ubica cada uno?

3. Analiza la ecuación que se lleva a cabo en ISSMG; determina el número de oxidación de cada especie participante en la reacción.

a) ¿Qué especie se oxida?, ¿cuál se reduce?

b) ¿Qué especie es el agente oxidante?, ¿cuál es el agente reductor?

4. El óxido de magnesio (MgO) es un compuesto que tiene muchas aplicaciones; por ejemplo, en la construcción de hornos, incineradores y reactores debido a que soporta altas temperaturas. También se usa, en la industria de la construcción, en uno de los procesos de fabricación de algunos tipos de cemento. La reacción de obtención del MgO es la siguiente:



a) Balancea la ecuación y escribe los coeficientes estequiométricos en los espacios donde hagan falta.

b) ¿Qué especie es el agente oxidante?, ¿cuál el agente reductor?

**Pregunta 2**

1. Lee y luego contesta.

En un estudio realizado en marzo del 2011 por una empresa especialista en encuestas, se reportó que los mexicanos que viven en zonas urbanas consumen refresco en casi cuatro días de una semana normal (3.9 días en promedio) mientras que los habitantes de las zonas rurales solo lo consumen durante 3.4 días en promedio. Los resultados de la encuesta también indicaron que una persona que habita en la ciudad consume frituras como papas fritas en 2.7 días de la semana; por su parte, quienes habitan en comunidades rurales consumen este tipo de productos prácticamente durante tres días de la semana (2.9 días en promedio).

- a) ¿Por qué piensas que el consumo es diferente en la zona rural y en la urbana?, ¿qué población a la larga tendrá más problemas de salud?
- b) ¿Por qué los refrescos son considerados ácidos? ¿Por qué las papas fritas y frituras pueden provocar acidez?
- c) ¿Cuál es la importancia de la alimentación y el consumo de agua simple potable para evitar problemas de acidez?, ¿qué tipo de sustancias pueden ayudar a combatirla?

2. Identifica si los alimentos de la tabla son ácidos, básicos o neutros, según los valores de pH.

Alimento	Manzana	Pan blanco	Salsa picante	Salsa de tomate	Leche de vaca	Papaya	Leche de soya	Fresas	Coco fresco	Jitomate
pH aproximado	3.9	5.0-6.2	2.7-3.7	3.8-3.92	6.4-6.8	6.0	7.0	3.0-3.9	7.8	4.3-4.9

**Pregunta 3**

1. Lee el texto y luego contesta.

El ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ ) es un compuesto usado principalmente en la fabricación de explosivos, como la nitroglicerina y el trinitrotolueno (TNT); además, se emplea en la obtención del nitrato de amonio, que es un fertilizante. Por otro lado, el ácido nítrico se utiliza en el proceso de pasivación de algunos metales, mediante el cual se protege la superficie de los mismos contra la humedad ambiental.

- a) Escribe la ecuación balanceada que representa la neutralización entre ácido nítrico e hidróxido de sodio.
- b) ¿Por qué el ácido clorhídrico es considerado un electrolito?, ¿qué científico fue el primero en explicar el comportamiento de este tipo de sustancias?

**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 los ácidos y las 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.			

**Coevaluación**

La siguiente tabla es para evaluar a cada uno de tus compañeros de equipo. Escribe su nombre y responde sí o no a los indicadores propuestos. Es muy importante que seas objetivo, porque tus comentarios deben servir para que tu compañero mejore 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.			
Analizó información y aplicó el escepticismo informado.			
Tomó decisiones informadas para el cuidado del ambiente y de la salud.			
Participó en un consumo responsable.			
Consideró en las actividades experimentales el manejo de residuos para el cuidado del ambiente.			

## Competencias que se favorecen

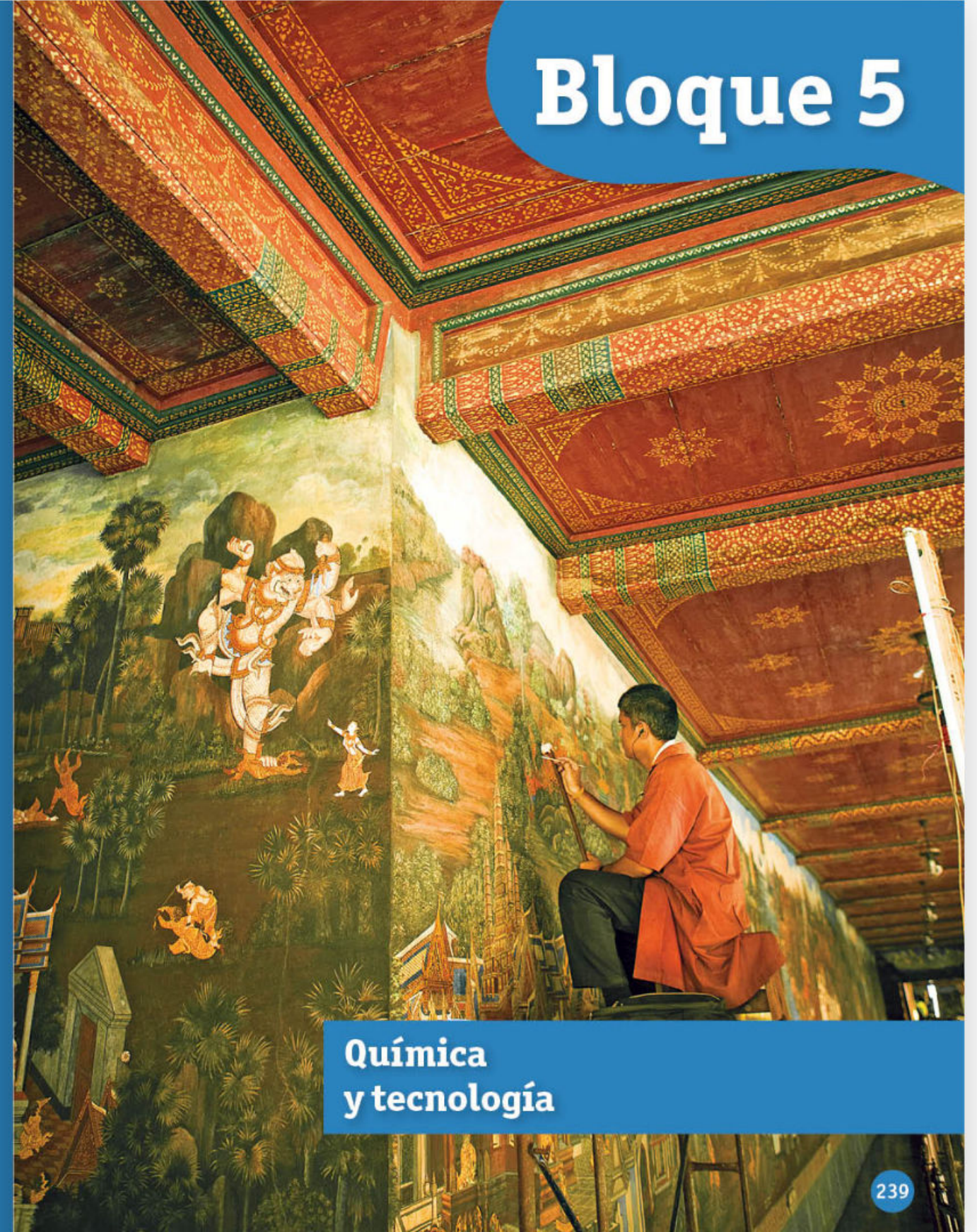
- Comprensión de fenómenos y procesos naturales desde la perspectiva científica
- Toma de decisiones informadas para el cuidado del ambiente y la promoción de la salud orientadas a la cultura de la prevención
- Comprensión de los alcances y las limitaciones de la ciencia y del desarrollo tecnológico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

Aprendizajes esperados	Contenido
<ul style="list-style-type: none"><li>• Plantea preguntas, realiza predicciones, formula hipótesis, con el fin de obtener evidencias empíricas para argumentar sus conclusiones, con base en los contenidos estudiados en el curso.</li><li>• Diseña y elabora objetos técnicos, experimentos o modelos con creatividad, con el fin de que describa, explique y prediga algunos procesos químicos relacionados con la transformación de materiales y la obtención de productos químicos.</li><li>• Comunica los resultados de su proyecto mediante diversos medios o con ayuda de las tecnologías de la información y la comunicación, con el fin de que la comunidad escolar y familiar reflexione y tome decisiones relacionadas con el consumo responsable o el desarrollo sustentable.</li><li>• Evalúa procesos y productos considerando su efectividad, durabilidad y beneficio social, y la relación del costo con el impacto ambiental.</li></ul>	<p><b>Proyectos. Ahora tú explora, experimenta y actúa (preguntas opcionales)*</b></p> <p><b>Integración y aplicación</b></p> <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>

## Tema transversal

- Educación ambiental para la sustentabilidad

Restauración con sustancias químicas de un mural budista.



Química  
y tecnología



## Proyecto 1

### ¿Cómo se sintetiza un material elástico?

#### Introducción

Entre las sustancias orgánicas con las que convivimos en forma cotidiana se encuentra un grupo de gran trascendencia por su utilidad que recibe el nombre de polímeros o macromoléculas. Podemos construir la definición de polímero a partir de conocer el significado de las raíces griegas: *poly*, que significa mucho, y *mero*, que significa parte; es decir, se trata de una sustancia compuesta de muchas partes; estas "partes" son sustancias pequeñas llamadas **monómeros** que al reaccionar entre sí conforman al polímero.

Vivimos en un mundo de polímeros. El ser humano está conformado por ellos; por ejemplo, el cabello y las uñas se componen de proteínas, que a su vez están formadas por cadenas de aminoácidos (monómeros). La celulosa, principal componente de las plantas, también es un polímero formado por miles de moléculas de glucosa, que es el monómero. Asimismo existen los polímeros sintéticos que son el tema central de este proyecto. Estos compuestos se han vuelto tan importantes en nuestras vidas, que incluso han sustituido a otros materiales: metales, madera y hasta polímeros naturales como el caucho. Gran parte de la ropa que usas está hecha de polímeros, como el poliéster, el nailon o la licra (figura 5.1). También los envases de plástico, las piezas de los automóviles, algunos muebles y ciertas prótesis corporales se fabrican con polímeros.

Algunos polímeros pueden estirarse y después regresan a su forma original; debido a esa característica se les llama **elastómeros** y se conforman por cadenas de monómeros. Cuando se estiran, las cadenas enrolladas aleatoriamente se extienden y orientan en el sentido de la fuerza aplicada. Los enlaces débiles entre las moléculas no son suficientes para mantener esa disposición, así que, al eliminar la fuerza de estiramiento, las cadenas regresan a sus formas aleatorias. El caucho es un ejemplo de elastómero, porque puede estirarse hasta ocho veces su longitud y regresar a su forma original.

Hoy el ser humano diseña y crea materiales que le facilitan la vida. Muchos de ellos son baratos, duraderos y funcionales como los plásticos. Tan acostumbrados estamos a ellos que no nos percatamos de la diversidad de usos que les damos y de su presencia en prácticamente todos los aspectos de nuestra vida. No obstante, al considerarlo con atención podemos darnos cuenta de que no todos los plásticos son iguales: tienen características y propiedades distintas que dependen del tipo de sustancia que los constituye y de la forma como se fabricaron.

#### Planteamiento del problema

Para iniciar el proyecto es necesario plantear el problema. Les recomendamos que respondan lo siguiente que puede orientarlos para decidir el tema que abordarán.

- ¿Cómo se sintetiza un polímero?
- ¿Cuáles son las características de un polímero de condensación y de uno de adición?
- ¿Cuáles de los polímeros comerciales se clasifican como elastómeros?
- ¿Qué materiales de los que tienes en casa poseen la cualidad de ser elásticos?
- ¿Todos los materiales elásticos tienen el mismo uso? ¿De qué depende ese uso?



5.1 Algunas de las prendas que usamos en la actualidad están hechas de polímeros, como el poliéster, el nailon o la licra.

- ¿Todos los materiales elásticos se estiran de la misma manera? ¿Por qué?
- ¿De qué monómeros puede obtenerse un material elástico?
- ¿Qué condiciones de reacción se necesitan para sintetizar un material elástico?
- ¿Cómo son las estructuras químicas de las moléculas de isopreno y cloropreno? ¿En qué se parecen y en qué son diferentes?

A continuación les sugerimos algunas ideas para trabajar su proyecto; recuerden que ustedes deciden el tema.

- Pueden analizar la composición química de dos materiales elásticos para usos diferentes; por ejemplo, comparar un preservativo con un traje de buceo, o una botella con una bolsa de plástico. Averigüen cuáles son sus propiedades, la manera de sintetizarlos y los tipos de monómeros, entre otras características.
- También pueden crear un elastómero al modificar un polímero, como el alcohol polivinílico agregando tetraborato de sodio. Investiguen cómo se modificaron las propiedades del alcohol polivinílico al agregar la otra sustancia.
- Asimismo pueden investigar los antecedentes históricos del caucho y del hule, y cómo esas moléculas han dado lugar a otros materiales que usamos hoy en día.

#### Planeación

La planeación deberá centrarse en proponer las etapas que les permitirán resolver el problema que definieron. Recuerden que el éxito de su proyecto dependerá de cómo se organicen como equipo y de cómo distribuyan el trabajo (figura 5.2). Elaboren un cronograma en el que escriban el orden de las actividades a desarrollar, el tiempo estimado para efectuarlas y el o los responsables a cargo de cada etapa, entre otros aspectos.



5.2 Busquen información en equipo.

#### Desarrollo del proyecto

Respondan lo siguiente; esto los orientará en el desarrollo de su proyecto.

- ¿Cómo influyen las propiedades del polímero si cambian las condiciones de reacción?
- ¿En qué se parecen y en qué se diferencian el cloropreno y el policloropreno?, ¿y el isopreno y el poliisopreno?
- ¿Por qué el caucho cambia sus propiedades cuando se le agrega azufre a la estructura?
- ¿Cuáles son las propiedades del caucho y cuáles las del plástico de los neumáticos de un automóvil?
- ¿En qué se parecen y en qué son diferentes un traje de buzo y un preservativo?
- ¿En qué se parecen y en qué se diferencian una botella y una bolsa de plástico?
- Propongan un modelo para representar un polímero elástico. Pueden hacer un dibujo o construir el modelo con un material que evidencie esta propiedad.
- ¿Cuál es la importancia de los enlaces en un polímero elástico?
- ¿Qué significan las siglas PET?
- ¿Cuál es el significado de las siglas LDPE?
- ¿Qué significan las siglas HDPE?
- ¿Cómo son sus estructuras químicas?
- A partir del significado de esas siglas, es decir, de las sustancias que los componen, ¿qué similitudes en términos químicos hay entre plástico PET, HDPE y LDPE?
- ¿Cómo influye el hecho de que los monómeros se enlacen formando cadenas lineales o cadenas lineales con ramificaciones?

**Presentación de resultados**

Redacten los resultados de su proyecto a partir de lo siguiente.

- Si tuviste la oportunidad de sintetizar un material elástico, explica qué propiedades tiene.
- ¿Qué usos tiene el material elástico que sintetizaste?
- ¿Cómo influye la estructura interna de los polímeros en sus propiedades macroscópicas?
- ¿Cómo influye el tipo de monómero en sus propiedades macroscópicas?
- ¿Qué condiciones de reacción usaste para obtener tu polímero? ¿Cuáles son necesarias para obtener un polímero elástico?
- ¿A qué se debe que los elastómeros puedan estirarse y volver después a su forma inicial?
- ¿Qué tipo de enlaces son importantes en un polímero elastómero?

**Conclusiones**

A partir de su investigación bibliográfica y de las actividades que desarrollaron durante este proyecto, elaboren una conclusión que responda al problema y a sus propósitos. Para escribir la les sugerimos algunas preguntas que pueden ayudarlos en la redacción.

- ¿En qué condiciones de reacción se sintetiza un material elástico?
- ¿Qué propiedades tiene un material elástico?
- ¿Todos los materiales elásticos tienen el mismo uso?
- ¿Existen plásticos elásticos? ¿Qué propiedades tienen?

**Comunicación**

Una cualidad de la ciencia es que sus hallazgos deben comunicarse, sólo así avanza el conocimiento científico. Por tanto deben dar a conocer su trabajo al resto de la comunidad. Pueden hacerlo mediante un cartel con los datos más relevantes obtenidos a lo largo de su investigación. En su cartel destaquen la importancia de los polímeros sintéticos en nuestra vida cotidiana, su diversidad y sus diferentes aplicaciones. Además mencionen que sus características dependen de cómo se sintetizaron, el tipo de monómeros que los componen y su estructura molecular. Recuerden colocar su cartel en un lugar donde muchas personas puedan verlo.

**Evaluación**

Contesten en equipo.

- ¿Qué problemas encontraron al trabajar este proyecto? ¿Cómo los resolvieron?
- ¿Qué opina el equipo de tu desempeño?
- ¿Qué aportaste en este proyecto?

**Te recomendamos**

Revisar el libro de Chow Pangtay, Susana, "Polímeros derivados del petróleo", en *Petroquímica y sociedad*, México, 1992 (Col. La ciencia desde México) o, bien, Rangel Nafaille, Carlos E., *Los plásticos*, México, 1986 (Ciencia: Imágenes de la Naturaleza).

Responde de manera individual.

- ¿Cuáles fueron tus aciertos en el trabajo que realizaste?
- ¿Te sientes satisfecho con los resultados obtenidos?, ¿por qué?
- ¿Cómo puedes mejorar en el próximo proyecto?

**Proyecto 2****¿Qué aportaciones a la Química se han generado en México?****Introducción**

Los avances de la ciencia y la tecnología han proporcionado a la sociedad bienes y servicios en todos los campos del desarrollo humano, entre ellos: salud, alimentación, comunicaciones y prevención de desastres naturales. Tanto la contaminación del agua como la escasa actuación de la población al respecto son problemas sociales que requieren atención. Algunos especialistas se dedican a buscar soluciones; por ejemplo, proponen alternativas para obtener agua potable del agua de mar o limpiar aguas negras para reutilizarlas en el riego agrícola. De hecho, en todo el mundo los científicos trabajan para mejorar la calidad de vida de las personas. México no se ha quedado atrás en esas contribuciones, porque cuenta con investigadores que laboran en institutos, laboratorios y hospitales, cuyas aportaciones son invaluable.

Las investigaciones se efectúan incluso a nivel estudiantil. Cada año, en Suecia se realiza el *Stockholm Junior Water Prize* (Premio Estocolmo Juvenil del Agua), concurso cuya finalidad es que los jóvenes presenten proyectos, propongan soluciones al problema de la contaminación del agua y se den cuenta de lo importante que es cuidar ese líquido. En 2007, tres jóvenes mexicanos ganaron este premio por un trabajo en el que usaron cascarón de huevo como una alternativa para eliminar, de las aguas negras, sustancias que contienen plomo y son altamente tóxicas. En su experiencia de investigación trabajaron en equipo, compartieron ideas, contrastaron hipótesis y experimentaron en repetidas ocasiones haciendo ciencia escolar. ¡Justamente lo que ustedes pueden realizar con sus proyectos de ciencias!

**Planteamiento del problema**

Como mexicanos estamos obligados a conocer acerca de los científicos de nuestro país que han dejado huella en todo el mundo. Por ello, en este proyecto les proponemos investigar cómo ha sido la evolución histórica de la Química en México y quiénes han sido sus protagonistas. ¿Qué nos han heredado y acerca de qué debemos sentirnos orgullosos?

Para definir el problema de este proyecto les presentamos algunas preguntas que abordan diferentes temas en cuanto a las contribuciones de científicos mexicanos y de la evolución de la ciencia en México.

- ¿Quiénes fueron las siguientes personas y cuáles sus aportaciones a la Química: Andrés Manuel del Río, Luis Ernesto Miramontes Cárdenas y Mario Molina (figura 5.3)?
- ¿Qué otros científicos mexicanos han contribuido a la química mundial?
- ¿Consideras que estos conocimientos han ayudado a mejorar la calidad de vida del ser humano? Justifica tu respuesta.
- ¿Cuál ha sido la importancia de la minería y su desarrollo en el avance de la ciencia y la tecnología en México?
- ¿Cuál fue la importancia de estudiar el barbasco (*Dioscorea mexicana*) para el trabajo que realizó Luis Ernesto Miramontes Cárdenas?
- ¿Qué es la capa de ozono?, ¿cuál es su función?
- ¿Qué sustancias dañan la capa de ozono? ¿De dónde provienen?



5.3 Mario Molina obtuvo el premio Nobel de Química en 1995.

- h) ¿Cuáles son las consecuencias del adelgazamiento de la capa de ozono? ¿Qué medidas se han instituido al respecto?
- i) ¿Quién descubrió la nicotina?
- j) Muchas de las aportaciones han generado grandes beneficios pero, en ocasiones, desatan polémicas sociales y económicas. Aporta algunos ejemplos.

Estas preguntas y sus respectivas respuestas pueden orientarlos para definir qué proyecto desarrollarán. Recuerden que ustedes tienen la última palabra y deciden de acuerdo con sus intereses e inquietudes.

### Planeación

Una vez que eligieron el problema que resolverán y de establecer los propósitos a alcanzar es momento de planear todas las actividades que deben llevar a cabo para culminar el proyecto. En esta ocasión el tema se presta para hacer una investigación documental, de manera que sería bueno que consideren la visita a bibliotecas, hemerotecas, videotecas y utilizar internet para investigar más al respecto. Ustedes definen qué hacer y cómo hacerlo. No olviden registrar en su cuaderno todo lo que averigüen y las referencias bibliográficas que sustentarán su trabajo.

### Desarrollo del proyecto

Una vez finalizada la planeación es momento de trabajar en el desarrollo del proyecto que eligieron. Además de dar seguimiento a las preguntas y temas de éste, les sugerimos analizar y responder algunas de las que se proponen a continuación para que tengan una visión más completa del desarrollo de la química en nuestro país en la actualidad.

- a) En el México virreinal, ¿cuáles fueron las instituciones académicas más importantes donde se desarrolló la Química?
- b) ¿En qué áreas relacionadas con la Química se dio el mayor desarrollo científico y tecnológico entre los siglos XVII y XIX?
- c) En la actualidad, ¿cuáles son las instituciones académicas más importantes del país en las que se enseña y aprende química?
- d) ¿Cuál ha sido el papel de las mujeres en el avance científico y tecnológico de la química desde el siglo XVII hasta hoy?
- e) ¿Cuál es impacto social y económico del desarrollo de la petroquímica en México?

- f) ¿Cuáles es el número de mexicanos entre 20 y 40 años de edad actualmente? ¿Cuántos de ellos estudiaron una licenciatura, una maestría o un doctorado? ¿Cuántas de éstas pertenecen al área de las ciencias naturales, particularmente la Química?
- g) La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) posee información sobre la investigación científica en el ámbito mundial. Busca en documentos publicados por ese organismo ¿cuál es la situación en cuanto al desarrollo científico y tecnológico de nuestro país respecto al resto del mundo?
- h) Si viven cerca de alguna universidad o instituto donde se impartan las carreras del área química pueden acudir a entrevistar a los profesores e investigadores del área y con ello conocer su opinión sobre el tema.

### Presentación de resultados

Cuando consideren que su investigación está completa, elaboren su análisis a partir de los resultados; pueden presentarlos como una línea del tiempo donde sitúen

#### Te recomendamos

Leer el artículo de Sosa, Plinio, "La transmutación del Doctor Urstoff", en *¿Cómo ves?*, México, 2016, núm. 211, pp. 16-19.

Revisar el artículo de Giral Barnés, José, "Contribuciones del exilio español a la química en México en el siglo XX", en *Journal of the Mexican Chemical Society*, México, 2001, núm. 3, pp. 120-122, disponible en <http://edutics.mx/J7W> y la Semblanza autobiográfica de Mario Molina en <http://edutics.mx/J7m> (Consultadas: 24 de mayo de 2016).

las contribuciones químicas y los acontecimientos que estaban ocurriendo en el ámbito mundial. Utilicen tablas comparativas y fotografías, entre otros recursos gráficos.

Al presentar su línea del tiempo pueden destacar los siguientes aspectos.

- a) ¿En qué momento histórico hubo una mayor producción del conocimiento científico y tecnológico en México?
- b) ¿A qué se debe que el mayor desarrollo en ciencia y tecnología en el área química se haya dado en los últimos años?
- c) ¿Por qué las mujeres tuvieron una participación casi nula en el ámbito químico en nuestro país?
- d) ¿A qué se debe que durante los siglos XVII al XIX la mayor parte de las aportaciones se efectuaran en el área de la industria?
- e) ¿Por qué algunas aportaciones químicas han causado polémica social y económica?
- f) ¿Cuál es el papel de Petróleos Mexicanos (Pemex) y la petroquímica en el desarrollo económico y social de nuestro país?
- g) ¿Cómo califican el impulso que ha tenido la ciencia en México respecto a otras naciones? Expliquen.

### Conclusiones

Redacten una conclusión que aborde tanto la solución al problema inicial del proyecto como los propósitos planteados. Reflexionen acerca de lo siguiente.

- a) ¿Qué necesita cualquier mexicano para hacer aportaciones valiosas en los ámbitos científico y social?
- b) ¿Qué tan importante es que los mexicanos estudiemos la historia de la Química en México?

### Comunicación

Expongan su investigación ante sus compañeros de equipo para que compartan la información recabada. Previamente acuerden el diseño, es decir, el tamaño y la forma en la que ubicarán la información. Consideren que pueden incluir fotografías.

Les sugerimos que aborden la importancia de la investigación científica y de sus características; para ello apóyense en lo que estudiaron en el bloque 1 y destaquen la relación de la química y la tecnología con el ser humano y el ambiente, así como las repercusiones de que los científicos difundan sus ideas tanto a la comunidad científica como a la sociedad.

### Evaluación

Contesten en equipo.

- a) ¿Cómo califican los resultados obtenidos en este proyecto? ¿Qué mejorarían?
- b) ¿Qué tan fácil o difícil resultó investigar el tema?
- c) ¿Qué opinan tus compañeros acerca de tu participación en el proyecto?

Responde de manera individual.

- a) ¿Cuáles fueron mis aciertos? ¿Cómo puedo mejorar?
- b) ¿Qué mejoraría en mi proyecto?
- c) ¿Qué aprendí de este proyecto?

#### Te recomendamos

Leer sobre el tema en: De Grinberg, Dora, M. K., *Los señores del metal: minería y metalurgia en Mesoamérica*, México, Conaculta-Pangea, 1990.

Bucay Faradji, Benito, "Apuntes de historia de la química industrial en México", en *Revista de la Sociedad Química de México*, México, 2001, núm. 3.

Chimal García, Carlos, *Nubes en el cielo mexicano: Mario Molina, pionero del ambientalismo*, México, Alfaguara, 2004.

Garriz Andoni, Antonio, *Breve historia de la química en México: Boletín de la Sociedad Química de México*, México, 2007, núm. 2.

## Proyecto 3

Sustentabilidad **T**

### ¿Cuáles son los beneficios y riesgos del uso de fertilizantes y plaguicidas?

#### Introducción

Como has aprendido, las plantas realizan la fotosíntesis, proceso con el cual la energía solar se transforma en energía química mediante una reacción en la que se sintetizan los nutrientes que la planta almacena en forma de carbohidratos; además, éstas absorben del suelo los minerales necesarios para sintetizar las nuevas sustancias que requieren, ya sea como parte de sus tejidos o que participarán en procesos metabólicos.

Los minerales sólo serán absorbidos por la raíz si están disueltos en agua y en forma de iones. Por ejemplo, el ión calcio es indispensable para el crecimiento de las raíces y el ión hierro interviene en la producción de la clorofila. Al consumir alguna fruta o verdura incorporamos a nuestro organismo tales minerales en forma de iones.

Cuando las plantas absorben las sales minerales del suelo, éste se empobrece y ya no pueden desarrollarse en forma adecuada, así que deben agregarse minerales de manera artificial por medio de fertilizantes para que el suelo vuelva a ser productivo.

Los fertilizantes que utilizan los agrónomos pueden clasificarse en dos grupos: los inorgánicos, que se sintetizan artificialmente en la industria, y los orgánicos, que provienen de restos de seres vivos. La composta es un abono orgánico que se elabora a partir de la descomposición de desechos orgánicos, como residuos de cosecha, materiales de deshierbe, estiércol y residuos domésticos (alimentos), entre otros. Su finalidad es mejorar las condiciones físicas y la fertilidad del suelo.

En los cultivos, además del uso de sustancias que aumentan la productividad de los suelos, también es necesario el uso de plaguicidas, productos que matan, repelen o interrumpen la reproducción de organismos vivos considerados como plagas (bacterias, virus, insectos, gusanos, hierbas, pájaros y moluscos, entre otros), es decir, seres que dañan los cultivos. Hay distintos tipos de plaguicidas: sintetizados químicamente (figura 5.4) o de origen natural que deben aplicarse en dosis adecuadas y de manera correcta, de lo contrario podrían causar daños a la planta, a otros organismos vivos e incluso a los seres humanos.



5.4 El uso inadecuado y excesivo de plaguicidas mata a seres vivos diferentes a las plagas que se busca eliminar, lo que afecta gravemente los ecosistemas.

#### Te recomendamos

Leer el libro de Irazoque, Glinda, *La química de la vida y el ambiente*, México, SEP-Santillana, 2002 (Libros del Rincón). Explica cómo actúa el ozono y los plaguicidas en el medio ambiente.

Y consultar la información de plaguicidas en [www.edutics.mx/4nu](http://www.edutics.mx/4nu) y [www.edutics.mx/4nL](http://www.edutics.mx/4nL) (Consultadas: 17 de junio de 2016).

#### Planteamiento del problema

En la actualidad hay controversia entre añadir al suelo agroquímicos, como los fertilizantes y plaguicidas sintetizados, o utilizar composta (figura 5.5) y plaguicidas naturales. Para definir el tema de su proyecto les sugerimos que respondan.

- ¿Qué es el suelo?
- ¿Cuál es su composición?
- ¿Qué propiedades debe tener un suelo para ser adecuado para la agricultura?
- ¿Las plantas en maceta requieren fertilizantes? ¿Por qué?
- ¿Qué nutrientes necesitan las plantas?
- ¿Qué es una plaga?, ¿cuántos tipos hay?, ¿qué tipos de daño ocasionan a las plantas?
- Por su composición química, ¿cuántos tipos diferentes de fertilizantes y plaguicidas hay?
- ¿Cuáles son las ventajas y desventajas del uso de fertilizantes y plaguicidas?
- ¿Qué ventajas y desventajas tiene la composta?
- ¿Qué ventajas tiene el uso de plaguicidas naturales?
- ¿Cómo contaminan al ambiente, al suelo y al ser humano los fertilizantes, la composta, los plaguicidas y los herbicidas?

#### Planeación

Una vez que hayan delimitado el problema que eligieron resolver y el tema de su proyecto, también deberán delinear los propósitos que quieren alcanzar. Para planificar sus actividades y los tiempos en que deben llevarlas a cabo elaboren un cronograma donde, además, distribuyan las tareas entre los integrantes de su equipo. No olviden llevar un cuaderno para escribir sus observaciones y las actividades que realicen. Si deciden efectuar una actividad experimental, es importante proponer las etapas de ésta, así como los tiempos y el propósito de cada una.

#### Desarrollo del proyecto

Para guiarse en el desarrollo de su proyecto, respondan lo que presentamos a continuación.

- ¿Todos los suelos son iguales? Expliquen.
- ¿Qué iones y cationes necesita tener el suelo para ser productivo?
- ¿Qué es una chinampa? ¿Cuáles son sus ventajas?
- ¿En qué consiste la hidroponía? ¿Cuáles son sus ventajas y desventajas?
- ¿Qué pruebas necesitan aplicarse para saber qué tipo y cantidad de fertilizante debe agregarse al suelo?
- ¿Cómo se hace la composta?
- ¿Qué medidas aplican los países desarrollados para que su campo sea productivo?
- ¿Es posible fabricar un plaguicida que no sea tan dañino para el ambiente? ¿De qué manera?
- ¿Cómo puede compararse la efectividad de un fertilizante comercial industrial y uno casero?
- ¿Qué problemas ambientales han ocurrido en México y el mundo por el uso y abuso de fertilizantes y plaguicidas?
- ¿Qué es el DDT? ¿Por qué está prohibido su uso en algunos países?
- ¿Qué son las piretrinas? ¿De dónde se obtienen? ¿Cuáles son las ventajas de su uso?



5.5 La composta puede producirse en los hogares al utilizar residuos de la cocina, como cáscaras de frutas y verduras.

#### Te recomendamos

Conocer más acerca de fertilizantes y plaguicidas, para obtener información relacionada con tu proyecto, en: Blanco, Carlos A., *A la hora de comer*, ICA, 2005 (Leamos la Ciencia para todos).

**Presentación de resultados**

Para presentar sus resultados elaboren tablas comparativas, tomen fotografías y hagan gráficas y esquemas (figura 5.6). Mencionen qué beneficios y desventajas tienen los fertilizantes y plaguicidas, y cómo puede tomarse una decisión razonada acerca de la conveniencia de su uso. No olviden abordar la problemática ambiental que puede causar el uso incorrecto o indiscriminado de estos productos y ponderar las ventajas cuando se utilizan adecuadamente. Discutan las respuestas con sus compañeros de grupo y su maestro.



5.6 Deben exponer sus resultados al grupo.

**Conclusiones**

Redacten una conclusión que atienda el problema y los propósitos de su proyecto; ésta debe originarse a partir del análisis de resultados. Las siguientes preguntas pueden orientar su redacción:

- ¿Los fertilizantes y plaguicidas son necesarios? ¿En qué medida?
- ¿Cuáles son los mejores fertilizantes y plaguicidas para el suelo, el ambiente y el ser humano?
- ¿Qué le recomendarías a un agricultor en cuanto al uso de fertilizantes y plaguicidas?

**Comunicación**

Elaboren un díptico que puedan repartir en la comunidad donde viven y en el cual expliquen la importancia de usar o no fertilizantes y plaguicidas. Esta información puede ser de utilidad para personas que poseen cultivos o huertos, y también para quienes vivan en ciudades, pero tengan plantas en su casa.

**Evaluación**

Contesten en equipo.

- ¿Cuáles fueron tus aportaciones al proyecto?
- ¿Cómo lograron los acuerdos en el equipo?
- ¿Cómo resolvieron los problemas que surgieron a lo largo del proyecto?

Responde de manera individual.

- ¿Qué puedo mejorar de mi trabajo?
- ¿En qué parte del proyecto mostré más interés?
- ¿Cómo puedo mejorar mi desempeño?

**Proyecto 4****¿De qué están hechos los cosméticos y cómo se elaboran?****Introducción**

La Ley General de Salud de nuestro país define a los cosméticos como productos o preparaciones de uso externo destinados a preservar o mejorar la apariencia o el aseo de las personas.

En la actualidad, la diversidad de cosméticos en el mercado se clasifica por el sitio de aplicación (capilares, faciales, corporales), por su estado físico (sólidos, como los polvos; líquidos, como los perfumes y champús; gaseosos, como los aerosoles; semisólidos en el caso de los desodorantes; emulsiones y suspensiones, como ciertas cremas y el maquillaje, respectivamente) o por su función (protección solar, hidratante, decolorante, para eliminar olores, tratamientos capilares, higiene o embellecimiento, entre otras).

La piel es el órgano más grande del cuerpo y a través de ella podemos absorber los productos químicos que contienen los cosméticos que utilizamos. En épocas antiguas, para dar color al cosmético se utilizaban sales de metales que, ahora sabemos, son tóxicas, como las del plomo (figura 5.7). Aunque parezca increíble, hoy todavía siguen usándose sustancias tóxicas para fabricar algunos cosméticos. Esto puede generar problemas de salud en quien los usa, por ejemplo, manchas y enrojecimiento de la piel, caída del cabello, sequedad y alergia. Por eso es importante analizar qué ingredientes contienen los cosméticos de uso cotidiano y asegurarnos de que no causen problemas en la salud.

Desde hace algunos años se ha popularizado la práctica de emplear las materias primas que ofrece la naturaleza: flores, plantas completas, cortezas, avena, coco y miel (figura 5.8) con la idea de evitar el uso de sustancias sintéticas y con ello ofrecer cosméticos naturales. Este tipo de productos conforman lo que se conoce como "cosmética natural" o "biocosméticos", que son una alternativa ante los productos químicos potencialmente tóxicos que causan daños a la salud y contaminan el ambiente.

**Planteamiento del problema**

Los invitamos a que respondan lo siguiente para definir el tema del proyecto que llevarán a cabo.

- ¿Qué es un cosmético?
- ¿Qué es un dermocosmético?
- ¿Qué ventajas y desventajas tienen los cosméticos y los dermocosméticos?
- ¿Cómo han evolucionado los cosméticos desde tiempos antiguos?
- ¿Qué sustancias o materiales se empleaban entonces para elaborar los cosméticos?
- ¿Qué sustancias han dejado de utilizarse para manufacturar los cosméticos y por qué? ¿Todavía se usan?
- ¿Qué es una esencia? ¿De dónde se obtiene?



5.7 De acuerdo con investigadores franceses, el maquillaje de ojos que usaba la reina Cleopatra contenía pequeñas cantidades de plomo, que funcionaba como antiséptico y protegía de los rayos del Sol.



5.8 El café, las flores, la miel, la canela, el chocolate y el cacao son algunas de las materias primas que se utilizan para elaborar cosméticos.

- h) ¿Qué equipos industriales se utilizan en la fabricación de estos productos?  
 i) ¿Qué cosméticos pueden elaborarse de manera casera?  
 j) ¿Qué ventajas tendrían estos cosméticos hechos en casa respecto a los que se comercializan?  
 k) ¿Qué impacto social, económico y ambiental tiene la industria de los cosméticos?

Les sugerimos analizar las sustancias comunes en estos productos para determinar cuáles de sus propiedades los hacen útiles para la industria cosmética y cuáles son potencialmente tóxicas.

Tabla 5.1 Sustancias que componen a los cosméticos	
Sustancia o material	¿Para qué se usa en la industria cosmética?
Sábila	
Vitamina E	
Talco	
Cera de abeja	
Metilparabeno	
Vaselina	
Glicerina	
Alcohol etílico	
Carbopol	
Agua	
Óxido de cinc	
Alcanfor	
Salicilato de metilo	
EDTA tetrasódico	
Peróxido de hidrógeno	
Óxido de hierro	
Óxido de plomo	

#### Te recomendamos

Revisar la información de los cosméticos en <http://edutics.mx/J7e> y <http://edutics.mx/J7s> (Consultadas: 24 de enero de 2017).

#### Planeación

Con base en su investigación organicen las actividades que harán en función del planteamiento del problema y sus propósitos; consideren los materiales que necesitarán para el trabajo. Para cualquier proyecto que decidan llevar a cabo, elaboren un cronograma de actividades donde establezcan fechas, propósito de cada actividad y persona responsable de cada etapa. No olviden su cuaderno de registro

en el que deberán escribir todos los detalles del proyecto.

#### Desarrollo del proyecto

Hay muchas opciones para el desarrollo de su proyecto; para orientarlos les sugerimos hacer la siguiente investigación.

- a) De manera general, ¿cuál es el proceso para elaborar un cosmético?  
 b) ¿Para qué se agrega plomo a ciertos cosméticos? ¿Qué problemas de salud causa este metal?

- c) Al mezclar diferentes sustancias o materiales en la manufactura de un cosmético, ¿debe seguirse un orden de mezclado o no? Expliquen.  
 d) ¿Qué tan importante es la presencia del agua en estos productos?  
 e) ¿Qué sustancias se agregan al cosmético para evitar su descomposición a causa de microorganismos?  
 f) ¿Qué sustancias se añaden para darle color y olor?  
 g) ¿Por qué un cosmético tiene fecha de caducidad?  
 h) ¿Qué harían para lograr un cosmético de calidad y que llame la atención del consumidor?  
 i) ¿Cuáles son los cosméticos que más utilizan las personas de tu comunidad? ¿Pueden sustituirse por cosméticos caseros? ¿Qué ventajas tendría hacerlo?  
 j) ¿Cómo pueden medir la calidad de un cosmético casero?

#### Presentación de resultados

Pueden mostrar los resultados que obtengan de sus actividades en forma de tablas y gráficas. Ilustren su trabajo con fotos del desarrollo de su actividad experimental. Si decidieron elaborar un cosmético casero, les sugerimos realizar un análisis de costos entre éste y su equivalente comercial para luego presentarlo en una tabla comparativa.

#### Conclusiones

Escriban una conclusión que responda al problema que decidieron abordar y a los propósitos que plantearon desde el inicio. Para guiarse en la redacción de su conclusión respondan.

- a) ¿De qué están hechos los cosméticos y cómo se elaboran?  
 b) ¿Qué tan importantes son los cosméticos en nuestra vida cotidiana?  
 c) ¿Se puede vivir sin ellos? Expliquen.  
 d) ¿Son necesarias todas las sustancias y los materiales que componen los cosméticos para que éstos funcionen adecuadamente?  
 e) ¿Qué determina que un cosmético sea de buena o mala calidad?

#### Comunicación

Preparen una exposición breve, de máximo 10 minutos, en la que compartan su trabajo con el resto del grupo. No olviden mencionar las sustancias o los materiales de los que están hechos los cosméticos que estudiaron y resalten su impacto ambiental, social y económico. Si elaboraron un cosmético casero, enumeren los materiales que emplearon y la metodología que siguieron; pueden utilizar un diagrama de flujo para mostrar el proceso.

#### Evaluación

Contesten en equipo.

- a) ¿Cómo resolvieron las diferencias en las decisiones del equipo?  
 b) ¿Qué opinión tiene el equipo de mi desempeño?  
 c) ¿Cómo pueden mejorar la comunicación y el desempeño del equipo?

Responde de manera individual.

- a) ¿Qué aprendí en este proyecto?  
 b) ¿Qué habilidades manuales desarrollé?  
 c) ¿Qué aciertos y desaciertos tuve en el desarrollo del proyecto?

## Proyecto 5

### ¿Cuáles son las propiedades de algunos materiales que utilizaban las culturas mesoamericanas?

#### Introducción

Las culturas prehispánicas nos legaron una infinidad de conocimientos y técnicas, desde el uso de la herbolaria, preparación y consumo de alimentos y decoración de recintos sagrados, hasta técnicas de cultivo y materiales para la construcción de viviendas, entre otros.



5.9 En las zonas rurales es frecuente encontrar casas hechas con adobe, porque es un material barato y las personas pueden fabricarlo artesanalmente.

Uno de estos materiales es el adobe, que consiste en un bloque rectangular hecho de arcilla, arena y agua, al que comúnmente se le añade paja para cohesionar los componentes. Este material se daña con el tiempo, pues el viento y la lluvia lo desgastan; sin embargo, tiene la ventaja de ser un buen aislante térmico. Por ello, las construcciones de adobe (figura 5.9) son frescas en temporadas calurosas y conservan el calor en épocas de frío.

Otro material que aún se emplea y data de la época de la Conquista es el tequesquite. En zonas acuáticas del Valle de México, como en el lago de Texcoco, cuando había poca agua se formaban unas costras de sal a las que llamaron *tequixquitl* o tequesquite, que significa "tierra donde se hace el salitre". El tequesquite es una mezcla de sales que contiene aproximadamente 45% de carbonato de sodio ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) y 34% de cloruro de sodio ( $\text{NaCl}$ ). El tequesquite se utiliza para condimentar la comida, facilitar la cocción de algunos alimentos, como las legumbres, y contribuir a que las verduras de color verde tomen una tonalidad y sabor agradables.

Un ejemplo más de materiales prehispánicos son las pinturas y pigmentos. En muchos de los vestigios arqueológicos de nuestro país se han encontrado murales que aún conservan su color (figura 5.10), así como objetos de barro o cerámica decorados con colores vistosos (cerámica policromada); todos ellos obtenidos de materiales naturales como plantas, animales y minerales. Los tintes para la ropa como el añil, el tinte rojo extraído de la grana cochinilla (*Dactylopius coccus*) o el púrpura de caracol marino (*Murex brandaris*) se destinaban a producir el vestido de la nobleza, los guerreros y los sacerdotes.



5.10 Los colorantes que usaban los pueblos mesoamericanos prevalecen hasta nuestros días, lo que significa que muchos de ellos tienen de 500 años de antigüedad en adelante. (Tetitla, Teotihuacan. Fragmento del mural. Foto: M. E. Ruiz Gallut.)

Muchos de los materiales citados aún se utilizan, aunque ya no son tan comunes dado que han surgido en el mercado otros más modernos que los han desplazado, como es el caso de los materiales para la construcción de viviendas y textiles fabricados con polímeros y pigmentos sintéticos, además de medicamentos sintetizados en laboratorios, alimentos enlatados y agroquímicos para los cultivos. No obstante, persiste un interés por rescatar los conocimientos para fabricar esos materiales que han probado ser durables y económicos; son elaborados con procesos que no dañan el ambiente y que no causan problemas de salud, beneficios muy valorados hoy en día por nuestra sociedad y también forman parte de nuestra rica herencia cultural.

#### Planteamiento del problema

Para orientar su proyecto, definir el problema a resolver y con ello plantear los propósitos que guiarán este trabajo les recomendamos que respondan.

- ¿Qué materiales utilizaban las culturas mesoamericanas para resolver sus necesidades? Elaboren una lista y mencionen sus usos.
- ¿Qué propiedades tienen los materiales que enlistaron?
- ¿De dónde se obtenían o se obtienen?
- Complementen su lista con los nombres de los materiales modernos que sustituyen a los que utilizaban las culturas prehispánicas.
- ¿Qué ventajas y desventajas tienen éstos respecto de los materiales modernos?
- Elijan uno de los materiales que usaban las culturas mesoamericanas e investiguen más detalladamente qué procesos se utilizaban para procesar la materia prima y obtenerlo.
- De ser posible, identifiquen la composición sustancial del material que eligieron y sus propiedades físicas y químicas.
- ¿Qué es la anilina y qué usos se le da? ¿Qué daños ocasiona a la salud?
- ¿Qué materiales utilizaban las culturas mesoamericanas si no conocían los colorantes sintéticos? ¿Esos colorantes todavía se usan? ¿En qué lugares? ¿Cómo se extraen los pigmentos?
- ¿Los colorantes naturales ocasionan daños a la salud o al ambiente? Expliquen.
- ¿Qué es la herbolaria? ¿Qué materiales han sustituido a los remedios herbolarios?
- ¿Cuáles son las ventajas de agroecosistemas como la milpa? ¿Por qué este tipo de cultivos no requiere fertilizantes químicos?

#### Planeación

En equipo hagan una planeación de las etapas de su proyecto. Elaboren un cronograma identificando cada etapa del trabajo, las actividades que piensan llevar a cabo, el tiempo destinado para ello y las personas responsables de cada etapa del proyecto.

#### Desarrollo del proyecto

Para el desarrollo del proyecto respondan lo que se exponen a continuación; ello puede ayudarlos en su trabajo.

- ¿Consideran que las propiedades de los materiales que usaban las culturas de antaño eran diferentes a las de los materiales modernos? Expliquen.
- ¿Cómo podrían determinar las propiedades de los materiales que usaban las culturas mesoamericanas?

#### Te recomendamos

Leer el libro de Garritz Guerrero, Andoni y José Antonio Chamizo, *Del tequesquite al am. Algunas facetas de la Química en México*, México, rce, 2003, disponible en <http://www.edutics.mx/4m5>

Rangel Nafalle, Carlos, *Los materiales de la civilización*, México, rce, 2007.

Shifter, Isaac et al., *Las arcillas: el barro noble*, México, rce, 2003.

<http://www.edutics.mx/4mq> y <http://www.edutics.mx/4mT> (Consultadas: 24 de mayo de 2016).

- c) ¿Qué diferencias existen entre la forma como se obtenían los materiales que usaban nuestros antepasados respecto a las que se usan en la actualidad?
- d) ¿Cómo determinarían el costo-beneficio entre los materiales que usaban las culturas mesoamericanas y los que empleamos hoy?
- e) ¿Consideran que la forma de obtener materias primas que utilizaban las culturas mesoamericanas implicaba el cuidado del ambiente?
- f) ¿Creen que las propiedades de los materiales que utilizamos hoy son mejores que las que se usaban antaño? Expliquen.

#### Presentación de resultados

Redacten un escrito con las partes principales de su proyecto que incluya introducción, metodología, resultados y bibliografía. Agreguen fotografías, dibujos y mapas para ilustrarlo. Si fabricaron alguno de los materiales que usaban las culturas prehispánicas, muéstranlo también y describan cómo lo hicieron y con qué materiales. No olviden resaltar las ventajas y desventajas de éstos.

#### Conclusiones

Redacten una conclusión en función de su análisis de resultados y de los propósitos de su proyecto. Les sugerimos algunas preguntas que los guiarán en la redacción.

- a) ¿Habría que promover el uso de los materiales y las técnicas que usaban nuestros antepasados indígenas? Expliquen.
- b) ¿Cómo convencerían a una persona de utilizar esos materiales?



5.11 Presenten su información utilizando un programa para presentaciones.

#### Comunicación

Propongan a su maestro que organice un minicongreso donde presenten su proyecto. Pueden utilizar un cartel o preparar una presentación digital (figura 5.11) en la que señalen brevemente: el problema que resolvieron, los propósitos, la metodología, los resultados y las conclusiones. No olviden incluir las referencias bibliográficas. Expongan en un tiempo no mayor a 10 minutos y permitan que los demás alumnos externen dudas acerca de su trabajo. Destaquen en su cartel o diapositivas la necesidad de rescatar los diferentes aspectos de nuestra cultura y la importancia de preservar el ambiente que nos provee de los recursos que nos facilitan la vida cotidiana.

#### Evaluación

Contesten en equipo.

- a) ¿Hubo diferencias de ideas?, ¿cómo las resolvieron?
- b) ¿Están satisfechos con los resultados de su trabajo?, ¿por qué?
- c) ¿Cómo pueden mejorar la comunicación y el trabajo en equipo?

Responde de manera individual.

- a) ¿Qué aprendí con la realización de este proyecto?
- b) De lo que aprendí, ¿qué me será útil en la vida cotidiana?
- c) ¿Qué inquietudes me quedaron después de culminar el proyecto?

## Proyecto 6

### ¿Cuál es el uso de la química en diferentes expresiones artísticas?

#### Introducción

Existen diferentes maneras en que los seres humanos podemos expresar nuestros pensamientos, emociones, sentimientos e inquietudes, pero, sin duda, una de las más bellas es por medio del arte, ya sea la literatura, la música (figura 5.12), la danza, la pintura, la escultura o cualquier otra de sus manifestaciones.



5.12 Un violín del siglo XIII fue elaborado con materiales diferentes (madera, lacas, piezas metálicas) a los de un violín actual.

Pareciera que la química no tiene cabida en el arte; sin embargo, esta ciencia ha estado implicada en todas las manifestaciones artísticas. Por ejemplo, en la pintura se utilizan materiales de los que se obtiene una amplia gama de pigmentos; en la escultura se emplean variados tipos de materiales para ser esculpidos, o metales para ser fundidos en distintas aleaciones y fabricar estatuas y esculturas.

Te preguntarás qué tiene que ver la química con la literatura o la danza; pues bien, las tintas para escribir tienen ciertas propiedades para evitar que se decoloren con el tiempo y se pierda la información que contienen cartas, libros y otros documentos. Asimismo, la química se relaciona con la producción de papel, ya que las fibras con las que se fabrica deben ser sometidas a distintos procesos para darle la textura y el color que se requiere. En la danza y el teatro, el vestuario se elabora con distintos tipos de telas, muchas de ellas provienen de materiales sintéticos obtenidos por medio de reacciones químicas, como el nailon, una tela para confeccionar prendas ligeras y vaporosas (figura 5.13). Como puedes ver, el vínculo químico con las expresiones artísticas es evidente.



5.13 El nailon es una fibra sintética fuerte, elástica y resistente. Se usa en la elaboración de medias, telas, peines, cepillos de dientes y suturas quirúrgicas, entre otros productos.



Las expresiones artísticas se relacionan entre sí mediante las sustancias y los cambios químicos que éstas experimentan, por ejemplo, en el ámbito de la pintura, en la búsqueda de mejores materiales que tengan la cualidad de no ser tóxicos y que además perduren el tiempo necesario para apreciar obras de arte por varios siglos; asimismo están presentes en la búsqueda de pigmentos formados por sustancias que garantizan una excelente restauración de una pintura del siglo xv. Por tanto, las sustancias serán el pretexto para apreciar las diferentes expresiones artísticas y, con ello, vincularlas con el ámbito químico.

### Planteamiento del problema

Para iniciar su proyecto es importante que definan y delimiten el problema que les interesa resolver. Para ayudarlos en este propósito les sugerimos que respondan.

- ¿Cuáles expresiones artísticas conocen? ¿Cuál es la relación de la Química con ellas?
- ¿Qué sustancias químicas son necesarias para el desarrollo de las expresiones artísticas que han mencionado?
- De las sustancias que identificaron, ¿qué ventajas y desventajas tienen en el ámbito artístico, ambiental, de salud, económico y social?
- ¿Cuál es la toxicidad de las sustancias que identificaron?
- Si reconocieron alguna como tóxica, ¿con qué otros materiales puede sustituirse?
- ¿Con qué sustancias se elaboran los pigmentos para acuarela y óleo?
- ¿Qué sustancias sustituyeron a la lana?
- ¿Qué ventajas y desventajas tiene el uso de ropa de algodón y la de fibras sintéticas?
- ¿De qué madera se fabricaban los instrumentos de música que se usaban en las diferentes épocas históricas? ¿Qué tipo de madera se usa actualmente?
- ¿Qué ventajas y desventajas encuentran entre los instrumentos musicales de antaño y los actuales?
- En el escenario de una obra de teatro, ¿dónde está la Química?
- ¿Qué materiales se utilizan en los teatros y en diversos espectáculos a manera de efectos especiales y cuáles se utilizaban siglos atrás?
- ¿Por qué aún podemos apreciar las esculturas de la época del Renacimiento? ¿Qué daños han tenido esas esculturas?
- ¿Qué existe en la actualidad para resanar esos daños y qué materiales se utilizan ahora para la escultura?

### Planeación

Por medio de un cronograma planifiquen cada una de las etapas de su proyecto y distribuyan el trabajo de manera equitativa entre los integrantes del equipo. No olviden registrar en su cuaderno los detalles de su trabajo, así como las preguntas o dudas que surjan. Si deciden hacer alguna actividad experimental, distingan las variables que controlarán y las que modificarán.

### Desarrollo del proyecto

Para apoyarles en el desarrollo de sus proyectos proponemos que contesten lo que aparece a continuación.

- ¿Podrían decir que la Química está presente en todas las expresiones artísticas? Argumenten su respuesta.
- ¿Cómo determinar si las sustancias o los materiales que se utilizaban en las diferentes épocas históricas, en el contexto de la expresión artística, son mejores o no a las que se emplean en la actualidad?

- ¿Qué alternativas proponen para sustituir una sustancia o un material por otro?
- ¿Por qué a un artista podría interesarle conocer las propiedades químicas y físicas de un material?
- ¿De qué manera está involucrada la Química con las piedras preciosas? ¿A qué deben su color estos minerales?
- Barnices, aglutinantes, sustratos, combustibles, lubricantes, disolventes, lacas, estabilizadores, adhesivos y pigmentos son algunas de las sustancias que emplean los distintos artistas plásticos, ¿qué son estas sustancias? ¿Para qué sirven?
- ¿Qué es la restauración de arte? ¿Por qué los restauradores deben tener conocimientos de Química?
- ¿Qué relación tiene la Química con el cine?
- ¿Por qué piensas que está prohibido tocar piezas artísticas o históricas en un museo?
- Si quisieran hacer una obra de arte o pintura que deba permanecer a la intemperie, ¿qué materiales usarían?

### Presentación de resultados

Pueden mostrar los resultados que obtengan de todas las actividades que conformaron el proyecto por medio de tablas y fotografías que tomen del desarrollo de la actividad experimental. Si optaron por un trabajo documental, es importante que incluyan gráficas, tablas con datos y la bibliografía que consultaron.

### Conclusiones

Elaboren una conclusión de un párrafo que responda al problema y a los propósitos que plantearon desde un inicio. Para guiarse en la redacción de su conclusión no pierdan de vista sus respuestas a lo siguiente.

- ¿Cómo responde la química a las necesidades artísticas?
- Para el arte, ¿es mejor lo natural o lo sintético? Justifiquen su respuesta.
- ¿Qué comparten la Química y el arte?

### Comunicación

Para presentar su trabajo elaboren un periódico mural (figura 5.14) con el fin de darlo a conocer no sólo a sus compañeros de grupo, sino a toda la comunidad escolar. No pierdan de vista el impacto socioeconómico que tiene este tema; consideren tanto la importancia de la cultura como lo que se necesita para expresarla.

### Evaluación

Contesten en equipo.

- ¿Están satisfechos con el desarrollo del proyecto?
- ¿Hubo división del trabajo?
- ¿Cómo lograron el consenso en la toma de decisiones?

Responde de manera individual.

- ¿Cómo fue mi desempeño en este proyecto?
- ¿Cuáles fueron mis aciertos?
- ¿Cómo puedo mejorar?



5.14 En su periódico mural podrían abordar la importancia que tiene la Química en la restauración de obras artísticas.

#### Te recomendamos

Leer el libro de García, Horacio, *La química en el arte*, México, ser-Santillana, 2002 (Libros del Rincón). Descubrirás la química de los materiales y cómo se utilizan en el arte.

Y revisar el artículo de la relación de la química y el arte, disponible en <http://www.edutics.mx/4mM> (Consulta: 20 de junio de 2016).

## Proyecto 7

Sustentabilidad **T**

## ¿Puedo dejar de utilizar los derivados del petróleo y sustituirlos por otros compuestos?




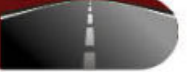


5.15 Plataforma marina en la Sonda de Campeche, la zona más rica en petróleo en nuestro país.

## Introducción

El petróleo es un material del que se extraen diversos combustibles, como las gasolinas, el diesel, la turbosina, el butano o el metano, que se han empleado a lo largo del siglo xx y durante lo que va del siglo xxi. Además de combustibles, del petróleo también se obtiene una inmensa variedad de materiales que utilizamos en el día a día y que son resultado de las transformaciones que se llevan a cabo en la industria petroquímica (figura 5.15) a partir de incontables reacciones químicas con las que se obtienen, de esta oleosa y negra materia prima, productos terminados como plásticos, polímeros, detergentes, medicamentos y fertilizantes, entre otros.

A los combustibles derivados del petróleo se les conoce como hidrocarburos, y cuando se queman durante la combustión desprenden gases contaminantes, como dióxido de carbono, monóxido de carbono, dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno, etcétera, los cuales deterioran la atmósfera. A pesar de la desventaja ambiental que representa su uso son la forma más barata de generar energía. No todos los combustibles liberan la misma cantidad de energía, porque esto depende de su estructura y composición química. El mejor combustible seguirá siendo aquel que tenga un mayor poder calorífico, contamine menos, sea renovable y poco peligroso (figura 5.16).

	Punto de ebullición (°C)	Cantidad de átomos en la cadena	Usos
Gas	Hasta 40	1-5	Gas licuado 
Gasolina (Bencina)	40-180	6-10	Combustibles 
Queroceno	180-230	11-12	Calefacción doméstica 
Aceites ligeros	130-305	13-17	Diesel 
Aceites pesados	305-405	18-25	Lubricantes de motores 
Vaselina	405-515	26-38	Cremas 
Alquitranes y asfaltos	Sobre 515	39	Pavimento 

5.16 Productos del petróleo que se obtienen por medio de la destilación fraccionada.

Un pequeño porcentaje del petróleo se destina a la industria petroquímica que, a partir de hidrocarburos sencillos, como etano, propano, butano, pentano, hexano e hidrocarburos aromáticos, entre otros, se obtienen más productos, por ejemplo, prendas de vestir, cortinas, cuerdas, alfombras, detergentes, cosméticos, pinturas, alimentos, medicamentos, tuberías, llantas, calzado, adhesivos, colchones, discos, fertilizantes, teléfonos, empaques, partes automotrices, juguetes, teléfonos celulares, redes de pesca, televisiones, plásticos y una gran cantidad más.

Los procesos petroquímicos son el resultado de diferentes reacciones químicas, muchas de las cuales se llevan a cabo en condiciones de reacción controlada, ya sea por la temperatura, la presión, catalizador, tipo de sustancias a reaccionar o incluso por las cantidades a utilizar.

Debemos tener presente que el petróleo es un recurso natural no renovable, un aspecto a considerar, dado que somos una sociedad que depende de éste. En la actualidad hay investigaciones cuyo propósito es obtener combustibles alternativos al petróleo, pero poco se ha reflexionado en cómo sustituir la petroquímica y, por tanto, los productos que se obtienen de ella.

## Planteamiento del problema

Para definir el problema a resolver en su proyecto, les sugerimos llevar a cabo la siguiente investigación.

- ¿Qué productos se obtienen del petróleo?
- ¿Qué es un producto derivado de la petroquímica?
- ¿Qué fracciones del petróleo se usan como combustibles?
- ¿Podemos prescindir de los combustibles? Expliquen.
- ¿Qué problemas ambientales causan los combustibles?
- ¿Qué gases se producen al quemar un combustible proveniente del petróleo?
- ¿Por qué se usan los combustibles derivados del petróleo a pesar de ser altamente contaminantes?
- ¿Cuál es el impacto social, económico y ambiental de los combustibles, incluyendo el petróleo?
- ¿Cuál es la demanda de energía por ciudadano en México?
- ¿Cuáles son las fuentes de energía más utilizadas en nuestro país?, ¿y en el mundo?
- ¿Qué tan limpias son las fuentes alternativas de energía?
- ¿Qué es la petroquímica?
- ¿Cuál es el estado actual de la petroquímica en México respecto a los países desarrollados?
- ¿Cuál es el proceso industrial para obtener un material producto de la petroquímica?
- ¿Con qué pueden sustituir un material producto de la petroquímica?
- ¿Los productos petroquímicos son necesarios en la vida cotidiana de los seres humanos?
- ¿En qué etapa histórica de nuestro país comenzó la industria petroquímica?

## Planeación

Reúnanse en equipo y determinen qué les interesa trabajar para que definan con claridad sus propósitos y, posteriormente, la metodología a seguir. En su planeación establezcan qué, cómo y cuándo realizarán cada actividad del proyecto por medio de un cronograma. No olviden que en su cuaderno registrarán todo lo referente a su trabajo. Incluyan las dudas y los problemas que surjan.

## Te recomendamos

Revisar información de petroquímica en <http://edutics.mx/J7n> y <http://edutics.mx/J7h> (Consulta: 20 de junio de 2016).

### Desarrollo del proyecto

Una vez que establecieron su planeación, les sugerimos resolver lo siguiente que puede orientarlos en el desarrollo de su trabajo.

- ¿Cómo pueden determinar que el petróleo es una mezcla de hidrocarburos? ¿Para qué sirve cada uno de ellos?
- ¿Qué combustibles derivados del petróleo utilizan en su comunidad?
- ¿Qué porcentaje del petróleo se usa como combustible y qué porcentaje para la petroquímica? ¿Por qué?
- ¿Qué petroquímicos son los más utilizados en su comunidad? ¿Por qué?
- ¿Qué alternativas existen para sustituirlos?
- ¿Qué harían para disminuir el uso de materiales derivados de la petroquímica?
- ¿Puede sustituirse el petróleo? Expliquen.



5.17 Su maestro puede corroborar que la información sea correcta.

### Presentación de resultados

Pueden presentar los resultados de su proyecto en tablas comparativas, gráficas y esquemas (figura 5.17). Es importante que destaquen conceptos como petróleo, energía, combustibles, así como alternativas, ventajas y desventajas de su uso.

### Conclusiones

Elaboren una breve conclusión que aluda al problema y a los propósitos que se plantearon al inicio del proyecto. Las siguientes preguntas pueden guiarlos en la redacción de sus conclusiones.

- ¿Qué otros beneficios se pueden obtener del petróleo además de los combustibles?
- ¿Cuál es la trascendencia de la petroquímica en su vida cotidiana?
- ¿Pueden dejar de utilizar los derivados del petróleo y sustituirlos por otros compuestos?
- ¿La metodología que utilizaron les permitió resolver el problema que se plantearon?

### Comunicación

Elaboren un tríptico que puedan distribuir en su escuela para comunicar los resultados de su proyecto. El propósito de este material es generar conciencia entre la comunidad estudiantil para que hagan un uso racional de los recursos que nos proporcionan energía. Destaquen el papel que desempeña el petróleo para “mover el mundo”, su importancia como combustible, los materiales derivados de la industria petroquímica y sobre la dependencia de la humanidad hacia el petróleo.

### Evaluación

Contesten en equipo.

- ¿Hubo acuerdos entre todo el equipo? ¿Cómo resolvieron los desacuerdos si los hubo?
- ¿Lograron sus propósitos?, ¿por qué?
- ¿Hubo comunicación entre todo el equipo?

Responde de manera individual.

- ¿Qué aporté en este trabajo?
- ¿Trabajé igual que mis compañeros?, ¿por qué?
- ¿Qué puedo mejorar?

### Para el alumno

- Ávila Mendoza, Javier y Joan Genescá Llongueras, *Más allá de la herrumbre I, II y III*, México, FCE, 1998.
- Beltrán, Faustino F., *¡La culpa es de las moléculas!*, México, SEP-Lumen, 2006 (Libros del Rincón).
- Bernal Uruchurtu, Margarita y Gertrudis Uruchurtu, “La extravagancia del agua” en *¿Cómo ves?*, México, UNAM, 2004, núm. 72.
- Biblioteca de la ciencia ilustrada: Química*, México, SEP-Fernández Editores, 2002.
- Callan, Jim, *Sorpréndete con los grandes científicos*, México, SEP-Limusa, 2005 (Libros del Rincón).
- Chamizo Guerrero, José Antonio, *Los cuatro elementos*, México, SEP-Santillana, 2002.
- Chamizo Guerrero, José Antonio y Rodrigo Chamizo Alberto, *La casa química*, México, SEP-ADN, 2001.
- Chow Pantgay, Susana, *Petroquímica y sociedad*, México, FCE, 2002.
- Córdova Frunz, José Luis, *La química y la cocina*, México, FCE, 2003.
- Fuentes Moyado, Sergio y Gabriela Díaz Guerrero, *Catalizadores: ¿la piedra filosofal del siglo XXI?*, México, FCE, 2003.
- García Fernández, Horacio, *Del átomo al hombre*, México, SEP-Santillana, 2002.
- \_\_\_\_\_, *El universo de la química*, México, Santillana, 2002.
- \_\_\_\_\_, Horacio, *La química en el arte*, México, Conaculta, 2007.
- García Ramírez, Karla, “Mario Molina Pasquel: un adicto al conocimiento”, en *¿Cómo ves?*, México, UNAM, 2003, núm. 57.
- Garriz Ruiz, Andoni, “La importancia de la química y su imagen pública”, en *Ciencia y Desarrollo*, núm. 257, México, Conacyt, 2012.
- Garriz Ruiz, Andoni y José Antonio Chamizo Guerrero, *Del tequesquite al ADN*, México, FCE, 2003 (La ciencia para todos).
- Hoffman, Ronald y Vivian Torrence, *Química imaginada: reflexiones sobre la ciencia*, México, SEP-FCE, 2006.
- Llansana, Jordi, *Atlas básico de física y química*, México, SEP-Norma, 2004.
- Martínez, Ana María, *Materiales hechiceros*, México, SEP-Santillana, 2004.
- Press, Hans Jürgen, *Experimentos sencillos con sólidos y líquidos*, México, SEP-Paidós, 2006 (Libros del Rincón).
- Rugi, Roberto, *La química*, México, SEP-Alejandría, 2003.
- Sánchez Mora, Ana María, *Relatos de ciencia*, México, SEP-ADN Editores, 2001.
- Sosa Fernández, Plinio, *La química es puro cuento*, México, ADN-Conaculta, 2012.
- Talanquer Artigas, Vicente, *¿Ciencia o ciencia ficción?*, México, SEP-Santillana, 2003.
- Trueba Lara, José Luis, *La ciencia. Del siglo XX a Einstein*, México, SEP-Santillana, 2005 (Libros del Rincón).
- Uruchurtu, Gertrudis, “El largo viaje de la alquimia a la química”, en *¿Cómo ves?*, México, UNAM, 2005, núm. 77.
- Uruchurtu, Gertrudis, “Venenos, envenenadores y envenenados”, en *¿Cómo ves?*, México, UNAM, 2006, núm. 90.
- Van Cleave, Janice, *Proyectos de excelencia para la feria de ciencias*, México, SEP-Limusa, 2006 (Libros del Rincón).
- Van Dulken, Stephen, *Inventos de un siglo que cambiaron el mundo*, México, SEP-Océano, 2006 (Libros del Rincón).
- Vecchione, Glen, *Experimentos sencillos de química en la cocina*, México, SEP-Paidós, 2003.
- Wolke, Robert, *Lo que Einstein le contó a su cocinero*, México, SEP, 2004.

## Para el maestro

- Asimov, Isaac, *Momentos estelares de la ciencia*, España, Alianza Editorial, 2007 (Historia de la Ciencia).
- Ávila Mendoza, Javier y Joan Genescá Llongueras, *Más allá de la herrumbre*, México, FCE, 1996 (La Ciencia para todos).
- Chamizo Guerrero, José Antonio, "El tiempo de la química", en *¿Cómo ves?*, núm. 42, México, UNAM, 2002.
- \_\_\_\_\_, *Química mexicana*, México, SEP-Conaculta, 2003.
- Chang, Raymond y Kenneth Goldsby, *Química*, 11ª ed., México, McGraw-Hill, 2013.
- Driver, Rosalind et al., *Dando sentido a la ciencia en secundaria: Investigaciones sobre las ideas de los niños*, México, SEP-Visor-Libros y Editoriales, 2000.
- Emsley, John, *Moléculas en una exposición*, México, SEP-Océano, 2005 (Libros del Rincón).
- García Fernández, Horacio, *El alquimista errante: Paracelso*, México, SEP-Pangea, 2001.
- García, José Manuel, *Química industrial*, México, SEP-Santillana, 2002.
- Gasque Silva, Laura, "El nitrógeno, uno de los secretos de la vida", en *¿Cómo ves?*, núm. 72, México, UNAM, 2004.
- Gringberg, Dora, *Los señores del metal: minería y metalurgia en Mesoamérica*, México, Conaculta-Pangea, 1990.
- Irazoque Palazuelos, Glinda y José Antonio López Tercero, *La química de la vida y el ambiente*, México, SEP-Santillana, 2002.
- \_\_\_\_\_, *La química de los fluidos naturales*, México, SEP-Santillana, 2002.
- López Munguía, Agustín, "Alimentos funcionales", en *¿Cómo ves?*, núm. 42, México, UNAM, 2002.
- Martín M., Antonia y Maricela Flores B., *Dos ciencias que estudian mi mundo*, México, SEP-Santillana, 2002.
- Olivé, León, *El bien, el mal y la razón: Facetas de la ciencia y la tecnología*, México, Paidós-UNAM, 2000.
- Ronald, Hoffmann y Vivian Torrence, *Química imaginada: reflexiones sobre la ciencia*, México, SEP-FCE, 2006.
- Rutherford, Floyd James (comp.), *Ciencia: conocimiento para todos*, México, SEP-Oxford-Harla, 1997.
- Sagan, Carl, *El mundo y sus demonios: La ciencia como una luz en la oscuridad*, México, SEP-Planeta, 1998.
- Sosa Fernández, Plinio, *Esto es química, ¡y qué!*, México, Secretaría de Educación y Cultura-Universidad de Sonora, 2005.
- Sosa, Plinio, "La insoportable levedad del electrón", en *¿Cómo ves?*, núm. 4, México, UNAM, 1999.
- Trujillo Roldán, Mauricio y Norma Valdez Cruz, "Pasteur y las moléculas en el espejo", en *¿Cómo ves?*, núm. 44, México, UNAM, 2002.
- Valdés Martínez, Jesús, "Lluvia ácida: la noche que Andrés llegó tarde", en *¿Cómo ves?*, núm. 1, México, UNAM, 1999.

## Para la elaboración de esta obra

- Hill, John y Doris Kolb, *Química para el nuevo milenio*, México, Pearson, 1999.
- Holum, John R., *Principios de fisicoquímica, química orgánica y bioquímica*, México, Limusa, 1990.
- Snyder, Carl H., *The extraordinary chemistry of ordinary things*, EUA, John Wiley and Sons, 1992.

## Páginas electrónicas consultadas

Estas ligas fueron consultadas en la fecha que se indica; sin embargo, las páginas pueden cambiar o actualizar su información, o incluso perder su vigencia.

- <http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/html/quimica.html> (Consulta: 19 de julio de 2016).
- <http://www.comoves.unam.mx/tema> (Consulta: 19 de julio de 2016).
- <http://www.librosmaravillosos.com> (Consulta: 19 de julio de 2016).
- [http://portalacademico.cch.unam.mx/materiales/prof/matdidac/guiprof/guia\\_quimica2.pdf](http://portalacademico.cch.unam.mx/materiales/prof/matdidac/guiprof/guia_quimica2.pdf) (Consulta: 19 de julio de 2016).
- <http://www.quimicaorganica.net> (Consulta: 19 de julio de 2016).
- [www.profeco.gob.mx/revista/pdf/est\\_02/yogurs.pdf](http://www.profeco.gob.mx/revista/pdf/est_02/yogurs.pdf) (Consulta: 19 de julio de 2016).
- <http://www.rtve.es/noticias/20110208/ano-internacional-quimica-ano-enteropara-borrar-su-mala-fama/402557.shtml> (Consulta: 19 de julio de 2016).
- [http://www.educaplay.com/es/recursoseducativos/idioma\\_actividad/es/tag/ciencias\\_naturales/](http://www.educaplay.com/es/recursoseducativos/idioma_actividad/es/tag/ciencias_naturales/) (Consulta: 19 de julio de 2016).

## Créditos iconográficos

© **Latinstock México**: pp. 15, 17 (1.1), 18 (1.3), 47 (1.24), 51 (2.a, 3.a, 5.a y 9.a), 70 (1.41), 83 (2.1), 86 (2.2 y 2.3), 90 (2.10), 93 (2.13), 99 (2.19), 100 (2.21), 115 (2.32 y 2.33), 116 (2.34 y 2.35), 117 (2.37 y 2.38), 147, 148 (13.a), 152 (3.6), 158 (3.11), 162 (3.18), 171 (3.31), 177 (3.36 inf.), 179 (3.38, 3.39), 200 (1.a, 3.a, y 4.a), 228 (4.30), 239; © **Shutterstock**: pp. 16, 19 (1.5), 26 (1.8: 1.a, 3.a, 4.a y 5.a), 28 (1.12, 1.13), 29 (4.a), 30 (1.15), 36 (1.17, inf. izq.), 37, 38 (1.19 inf.), 39 (1.21), 46 (1.23), 48 (1.26, 1.27), 51 (1.a y 7.a), 54 (1.30), 55 (1.31), 56 (1.33), 60 (1.36), 87 (2.5), 88 (2.6), 90 (inf: 2.a), 99 (2.18), 101 (2.23), 104 (2.24: 1.a, 3.a y 4.a), 106 (2.25), 107 (2.27 inf. y 2.28), 108 (2.30: 1.a y 2.a), (2.31: 3.a y 5.a), 116 (2.36), 122 (2.42), 124 (2.46), 128 (2.50), 134 (2.55), 136 (2.58, 2.59), 139 (2.61), 148 (5.a y 6.a), 151 (3.4), 152 (3.5 y 3.7), 155 (3.8), 158 (3.12), 161 (3.13), 162 (3.16), 163 (3.20), 164 (3.21), 170 (3.30), 176 (1.a, 2.a, 3.a, 5.a, 6.a y 7.a), 177 (3.36 sup.), 178 (3.37), 180 (3.41 inf.), 182 (3.42, 3.43), 195 (4.1, 4.2), 197 (4.3), 198 (4.4, 4.5), 200 (2.a), 201 (4.6, 4.7), 204 (4.9), 206 (4.11, 4.12), 209 (4.13), 210 (4.14, 4.15), 212 (4.16 e Inf: 1.a, 2.a, 5.a), 213 (1.a y 2.a), 214, 216 (4.17, 4.18), 217 (4.19), 218 (4.20 izq.), 222 (4.22, 4.23), 223 (4.25), 226 (4.27), 228 (4.29), 231 (4.31 sup.), 233 (4.32), 240 (5.1), 246 (5.4), 247 (5.5), 249 (5.7) y (5.8: 5.a), 252 (5.9), 255 (5.12 der.) y (5.13: 1.a y 2.a); © **Thinkstock**: pp. 17 (1.2), 18 (1.4), 24 (1.7), 26 (2.a), 27 (1.11), 29 (1.14), 29 (5.a), 32 (1.16), 36 (inf. der.), 38 (1.19 sup.), 39 (1.20), 40 (1.22), 51 (4.a y 6.a), 60 (1.37), 61 (1.38), 90 (inf: 1.a), 100 (2.20), 104 (2.24: 2.a), 107 (2.27 sup.), 108 (2.29), (2.30: 3.a), (2.31: 1.a, 2.a, 4.a y 6.a), 112, 127 (2.48), 128 (2.49 y 2.51), 140 (2.62), 142, 149 (3.1), 156 (3.9), 161 (3.14 y 3.15), 162 (3.17), 163 (3.19), 177 (3.35), 185 (3.45), 189, 193, 212 (inf: 3.a y 4.a), 213 (3.a, 4.a y 5.a), 219 (4.21), 231 (4.31 inf.), 249 (5.8: 1.a, 2.a, 3.a, 4.a, 6.a), 255 (5.13: 3.a); © **Cuartoscuro**: pp. 73 (1.43), 208, 243 (5.3); © **Glow Images**: p. 47 (1.25); © **Other Images**: pp. 81; © **Archivo digital**: pp. 120 (2.40), 203 (4.8), 224 (4.26); © **Getty Images**: p. 258 (5.15); **Gerardo González López**: pp. 24 (inf.), 26 (centro), 31, 33, 42, 50, 55 (inf.), 57 (1.34), 84, 109, 148 (1.a, 2.a, 3.a, 4.a, 7.a, 8.a, 9.a, 10.a, 12.a, 13.a, 14.a, 15.a, 16.a), 151 (sup.), 158 (3.10), 196, 211, 215; **Juan José David Morín García**: pp. 71 (1.42), 138 (2.60), 141, 183 (3.44), 233 (4.33), 241 (5.2), 248 (5.6), 254 (5.11), 260 (5.17); **Mariana Barreiro Guíjosa**: p. 75 (1.45); **Francisco Manuel Palma Lagunas**: p. 180 (3.40); **Banco de imágenes Ediciones Castillo**: pp. 21 (1.6), 27 (1.10), 45, 49 (1.29), 87 (2.4), 105, 124 (2.44 y 2.45), 134 (inf: 1.a, 2.a y 3.a), 176 (4.a y 8.a), 180 (3.41), 205 (4.10), 258 (5.16).

**p. 29:** (1.a) Fotografía: © Frobles, Creative Commons, (2.a) Fotografía: © A. Krüss, Creative Commons, (3.a) Fotografía: © Slashme, Creative Commons; **p. 44:** Mural Guerrero jaguar (Cacaxtla), Conaculta-INAH-MEX, reproducción autorizada por el Instituto Nacional de Antropología e Historia; **p. 49:** (1.28) Petroquímica, ©Corte Celestial; **p. 51:** (8.a) Decantación, Fotografía: © PRHaney, Creative Commons; **p. 59:** (1.35) ornitorrinco, Fotografía: © Dr. Philip Bethge, GNU Licencia de Documentación Libre; **p.66:** (1.39) Georg Ernst Stahl, © Facultad de Ciencias Químicas, GNU Licencia de Documentación Libre; **p. 67:** (1.40) Aparato Lavoisier, Fotografía: © Rama, Musée des Arts et Métiers, CeCILL, Creative Commons; **p. 160:** Plato del bien comer, Norma Oficial Mexicana para la promoción y educación para la salud en materia alimentaria: NOM-043-SSA2-2005; **p. 252:** (5.10) Fragmento del Mural Tetitla, Teotihuacan, Foto: M.E. Ruiz Gallut, Conaculta-INAH-MEX, reproducción autorizada por el Instituto Nacional de Antropología e Historia; **p. 255:** (5.12 izq.), Palacio Real Stradivarius, fotografía: ©Hákan Svenson, GNU, Licencia de Documentación libre.

### Gráficos:

Jesús Emmanuel Urueta Cortés: pp. 35, 55 (1.32), 62, 74 (1.44), 78, 82, 89 (1.a, 2.a, 3.a y 4.a), 93 (2.12), 94 (2.15), 95 (2.16 y 2.17), 96, 97, 98, 102, 118, 122 (2.41), 123 (2.43), 125 (2.47), 131 (2.52), 132 (2.54), 144, 154, 167 (3.22, 3.23), 168 (3.24, 3.25, 3.26), 169 (3.27, 3.28, 3.29), 172 (3.32, 3.33), 173 (3.34), 218 (4.20 der.), 222 (inf.), 223 (4.24); Judith Sánchez Durán: 88 (2.7 y 2.9).

### Ilustraciones:

Ricardo Osnaya Rodríguez: pp. 22, 257 (5.14); José Pedro Martínez Mejía: pp. 27 (1.9); Fernando David Ortíz Prado: pp. 58, 64, 88 (2.6 y 2.8), 89 (5.a, 6.a, 7.a, 8.a, 9.a), 94 (2.14), 106 (2.26), 131 (2.53), 134 (centro: 1.a, 2.a y 3.a), 150 (3.2, 3.3), 185 (3.46), 202, 226 (4.28); Eloy Padilla Puga: p. 135 (2.56, 2.57); Ismael Silva Castillo: p. 91 (2.11).

Esta obra se terminó de imprimir en abril de 2018  
en los talleres de Nombre, calle número. C. P. México, D. F.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA  
PROHIBIDA SU VENTA



www.edicionescastillo.com  
infocastillo@grupomacmillan.com  
Lada sin costo: 01 800 536 1777

