



**Ciencias 3 Química**

Mauricio Castro, Naheli Greaves, Jiro Suzuni,  
Guadalupe Osorio y Gabriela Pérez

SECUNDARIA

CIENCIAS 3

**Química**

**EXPLORA**  
SECUNDARIA TERCER GRADO

 **castillo**  
A Macmillan Education  
Company

**Dirección editorial:** Cristina Arasa • **Subdirección editorial:** Tania Carreño King • **Subdirección de diseño:** Renato Aranda • **Gerencia de secundaria:** Aurora Saavedra Solá • **Edición:** Leonor Díaz Mora • **Revisión técnica:** César Robles Haro y Patricia Velázquez • **Asistencia editorial:** Víctor Duarte y Andrés Mejía Pérez • **Corrección de estilo:** Aurora Cárdenas • **Diseño de la serie:** Renato Aranda y Gustavo Hernández • **Concepto portada:** Renato Aranda y Gustavo Hernández • **Coordinación de Diseño Editorial:** Gustavo Hernández • **Coordinación de Operaciones:** Gabriela Rodríguez Cruz • **Coordinación de imagen:** Ma. Teresa Leyva Nava • **Supervisión de diseño:** Mónica López y Federico Gianni • **Investigación iconográfica:** Judith Sánchez Durán • **Diagramación:** Ilzel Ramírez Osorno (Calli diseño) • **Ilustración:** Ismael Silva Castillo, Sebastián Damián Hernández Hernández, Eloy Padilla Puga, Víctor Duarte Alaniz y Olenka Pérez Bravo • **Gráficos:** Jesús Emmanuel Urueta Cortés, Judith Sánchez Durán y Karla María Estrada Hernández • **Fotografía:** Gerardo González López, Juan Carlos Almeida Gómez, Juan José David Morín García y Banco de imágenes Ediciones Castillo • **Cartografía:** Adela Calderón Franco y Liliana Raquel Ortíz Gómez • **Digitalización y retoque de imágenes:** Juan Ortega Corona • **Imagen de Portada:** Volcán Kilauea arrojando lava, 1984, Parque Nacional de los volcanes, Hawái, USA. Fotografía: Jim Sugar/Corbis/© Latinstock México. • **Gerente de producción:** Alma Orozco • **Coordinación de producción:** Ulyses Calvillo

Primera edición: marzo de 2014  
Cuarta reimpresión: abril de 2018

Ciencias 3. Química

Texto D.R. © 2013, Carlos Mauricio de la Cruz Castro Acuña, Nahiel Greaves Fernández, Luis Jiro Suzuri Hernández, Guadalupe Osorio Monreal y Elda Gabriela Pérez Aguirre

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

Insurgentes Sur 1886, Florida,  
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  
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: 978-607-463-581-2  
ISBN: 978-607-463-953-7

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

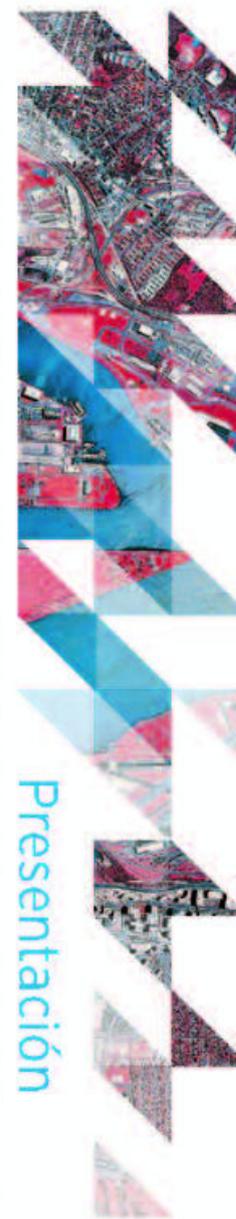
En un revelador estudio de 1983 publicado en la revista *Chemie in unserer Zeit*, el químico suizo-alemán Edgar Heilbronner y el educador suizo Erhard Wyss le pidieron a un grupo de estudiantes de entre 11 y 15 años que dibujaran su imagen personal de la química. Los resultados sorprendieron a los investigadores: ¡el 66% de los dibujos transmitían una imagen negativa! Entre los temas más socorridos por los alumnos se hallaban la contaminación ambiental, los riesgos asociados con la industria química y lo desagradable de la experimentación con animales. Más aún, un 33% de los dibujos ilustraban laboratorios de ciencia ficción al estilo Frankenstein. En su momento, Heilbronner y Wyss especularon que la imagen de la química se había deteriorado a raíz de desastres como los de Seveso, Italia, en 1976, un accidente industrial en una planta química que en cuestión de días ocasionó la muerte inmediata a alrededor de 3300 animales, entre aves y conejos, y de Bhopal, India, en 1984, donde ocurrió una fuga en una fábrica de pesticidas que ocasionó la muerte a más de 2000 personas.

Por fortuna estudios posteriores han demostrado que, con los años, la imagen de la química entre los alumnos ha mejorado notablemente. En concreto, los alumnos parecen estar cada vez mejor informados acerca de ella y ser más capaces de sopesar los riesgos y los beneficios de la aplicación del conocimiento químico. Al contrario de lo ocurrido en las décadas de 1970 y 1980, en los últimos 20 años la imagen de la química se ha beneficiado enormemente a raíz del descubrimiento de la causa de la disminución del ozono estratosférico gracias a los afanes de los químicos, y sendos premios Nobel, Frank S. Rowland y Mario Molina, cuyos esfuerzos condujeron a los gobiernos del mundo a que acordaran renunciar al uso de las sustancias responsables de un daño ecológico potencialmente catastrófico. Asimismo, esta disciplina ha hecho importantes contribuciones al combate contra la contaminación: convertidores catalíticos, gasolinas sin plomo, detectores de contaminantes, filtros industriales contribuyen a preservar la salud y la vida de cientos de miles, si no es que de millones de personas.

A la par de un uso cada vez más juicioso y provechoso del conocimiento que aporta la química a la sociedad, los sistemas educativos de distintos países se han esforzado por plasmar una idea de la química más real y más relevante para sus estudiantes, una imagen menos árida que privilegie el entendimiento por sobre la memorización o la reproducción mecánica de procedimientos. En este sentido, en las últimas tres décadas la enseñanza de la química se ha renovado de raíz, incorporando a su práctica perspectivas pedagógicas como la enseñanza basada en contextos y una concepción que estimula la participación activa de los alumnos en la construcción de su conocimiento.

El libro que tienes ahora en tus manos —profesor, estudiante— busca hacer una aportación a esta tendencia mundial, tanto química como pedagógica. En calidad de autores del presente volumen, nuestro interés no es únicamente cultivar talentos para la química que florezcan en profesionales éticos y comprometidos con el desarrollo de esta disciplina científica. Nuestro interés principal radica en contribuir a formar ciudadanos críticos, conscientes, responsables y comprometidos con su sociedad, y con el planeta entero, dispuestos a utilizar el conocimiento producido por la química en aras de su propio bienestar, el de su prójimo y el de las generaciones por venir.

Presentación



LOS AUTORES

## Estimado estudiante

Para quienes escribimos esta obra es un placer darte la bienvenida a sus páginas y queremos expresarte que, durante su escritura, tus necesidades e intereses actuaron como guías de nuestra labor.

Precisamente, unas de las preguntas más frecuentes que nos han planteado los estudiantes son: ¿por qué estudiar ciencia, y química en particular?, ¿por qué tanto empeño en enseñar y aprender ciencias en la escuela? Existen varias razones; entre ellas, quizá la más importante sea que la ciencia, y la química como uno de sus pilares, es una herramienta fundamental para entender la naturaleza, para evaluar críticamente los productos del conocimiento químico (nuevas sustancias, nuevos materiales) y para fomentar que dicho conocimiento se use con el fin de mejorar la vida en nuestro planeta.

Además, saber un poco de química proporciona a cada ciudadano las herramientas necesarias para ejercitar su creatividad, para innovar y contribuir al beneficio de su entorno. De igual modo, el conocimiento generado por la actividad científica se ha vuelto tan poderoso, tanto en términos de los fenómenos que puede explicar, como de los que puede controlar, que implica un riesgo enorme ignorarlo, aunque no se tenga el interés de cursar una carrera científica.

No está de más señalar que el conocimiento científico, junto con la comunidad de científicos que lo producen y validan, representan uno de los logros culturales más importantes que la humanidad puede presumir. En este sentido, permanecer ignorantes de los hitos de la ciencia moderna empobrece la experiencia vital de la persona, privándola, además, de participar activa e inteligentemente en la toma de decisiones sobre asuntos técnicos y científicos que afectan al individuo, a su sociedad, a las naciones y al planeta entero.

Así como los científicos forman comunidades y trabajan en equipos, también aprender es una actividad que requiere de la interacción y la colaboración de nuestros compañeros; por ello, a lo largo de las secuencias didácticas encontrarás sugerencias para trabajar no sólo de manera individual sino en parejas y equipos de tres o más integrantes.

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

Deseamos de todo corazón que lo plasmado en este libro consiga despertar en ti la inquietud por aprender más y por apropiarte del conocimiento que los científicos están construyendo en este preciso momento. Así, esperamos haber contribuido a cumplir la gran promesa que cada estudiante representa.

LOS AUTORES

## Estimados profesores

En nuestro afán porque este libro le sea lo más útil posible, hemos incorporado los enfoques pedagógicos más actuales en lo que toca a la enseñanza de la química, empezando por suscitar, explorar y valorar las ideas previas de los estudiantes, ya que dichas ideas constituyen los fundamentos a partir de los cuales cada estudiante podrá, acompañado por su profesor, explicar las transformaciones que ocurren en la naturaleza.

También hemos tratado de vincular los conceptos, leyes y teorías de la química con contextos relevantes o cercanos al estudiante y la sociedad en la que se desenvuelve. Con esto pretendemos no sólo despertar el entusiasmo de los alumnos, sino darle cuerpo a la abstracción inherente al conocimiento, proporcionando situaciones ejemplares como punto de apoyo para futuras aplicaciones del conocimiento químico a situaciones inéditas y demostrar lo ubicuo de la química en el mundo que nos rodea.

De igual forma, en la presentación y explicación de los temas hemos hecho caso de la que quizás sea la más importante contribución a la enseñanza de la química, idea propuesta en 1991 por el químico y educador escocés Alex H. Johnstone: el triángulo macroscópico-microscópico-simbólico del conocimiento químico. En breve, y de acuerdo con Johnstone, uno de los principales obstáculos con que se topa la enseñanza y el aprendizaje de esta disciplina es la manera como los químicos han codificado el conocimiento en tres niveles diferentes pero relacionados entre sí. Primero tenemos el nivel macroscópico, el más cercano a los estudiantes, que comprende todas aquellas propiedades accesibles a los sentidos, relacionados con las sustancias y sus transformaciones. El nivel microscópico, como su nombre lo indica, corresponde a todas aquellas entidades imperceptibles —pero cuya existencia se asume como real— como son los átomos, los iones y las moléculas, entre otras. El tercer nivel, el simbólico, corresponde a todas aquellas palabras, símbolos, iconos y fórmulas que los químicos utilizan para modelar los fenómenos.

El problema identificado por Johnstone reside en que los expertos — como son los docentes— con facilidad desplazan su pensamiento de un nivel a otro, sin mayor problema cognitivo. Para un estudiante, en cambio, es mucho más difícil hacer esta transición de manera automática, no siéndole evidente que “H<sub>2</sub>O” es un símbolo que representa a las moléculas de esta sustancia y a la sustancia en sí, como nos la encontramos en la vida cotidiana. La solución a este problema es que el profesor contribuya a que sus alumnos logren hacer esta transición, trabajando los momentos y las situaciones en las que la transición ocurre. Para contribuir a este proceso, hemos procurado que la exposición de los temas atienda a esta recomendación e indique a qué nivel se hace referencia en cada caso.

A la luz de lo anterior, conviene mencionar que la estructura del libro consiste en bloques que se subdividen en secuencias didácticas. Los aprendizajes se distribuyen de manera que las conexiones lógicas entre ellos se maximicen y se establezca una progresión en la enseñanza que vaya de lo más concreto y cercano al alumno a lo más abstracto y general, tal como sugiere Johnstone. Las secuencias que componen cada bloque se articulan alrededor de un eje temático que da coherencia al contenido del mismo y al libro en su conjunto. Cada bloque cuenta con un proyecto que invita al estudiante a desplegar conocimientos, habilidades y actitudes que pongan en evidencia su aprendizaje. Aunque los proyectos enfatizan el desarrollo de actividades experimentales, también contemplan la posibilidad de plantear y llevar a la práctica otras estrategias como, investigaciones documentales o de campo. A continuación se describe brevemente cada uno de estos ejes para presentar un panorama general del libro.

Para comenzar, el Bloque 1 se cife a las características de los materiales y se sirve de la experiencia cotidiana con que los estudiantes cuentan para introducir conceptos como las propiedades intensivas y extensivas de la materia, las mezclas homogéneas y heterogéneas, la concentración, con sus varias unidades de medida, y la conservación de la materia. Este eje temático ofrece una oportunidad inmejorable para explorar la relación entre la química y la tecnología, dado que la manipulación de materiales existentes y la creación de nuevos es parte medular de la investigación química; no en balde la idea de civilización se asocia con las Edades del Bronce y del Hierro. Si bien este bloque busca concientizar al estudiante acerca del papel de la química en la satisfacción de nuestras necesidades materiales, también llama la atención sobre el daño que satisfacer estas necesidades puede causar a la salud y al ambiente.

A continuación, el Bloque 2 se adentra en las propiedades de los materiales y su clasificación química, estableciendo de entrada la importante distinción entre elementos y compuestos. Más adelante, introduce el modelo atómico y el del enlace químico como piezas integrales de una explicación de la estructura de la materia, para cerrar con una exposición de la periodicidad de los elementos y sus implicaciones. Como se puede ver, este bloque presenta los fundamentos estructurales sobre los cuales se erige el entendimiento del comportamiento dinámico de la materia. No en vano el físico teórico, y premio Nobel, Richard Feynman dijo que si ocurriera un cataclismo y todo el conocimiento científico se perdiera, y sólo fuera posible transmitir una idea a las generaciones futuras, ésta debería ser: "Todas las cosas están hechas de átomos: pequeñas partículas en movimiento perpetuo, atrayéndose cuando se aproximan unas a otras y repeliéndose cuando se acercan demasiado". Y sobre la tabla periódica, el químico y divulgador de la ciencia John Emsley ha declarado que: "Mientras se estudie química habrá una tabla periódica. E incluso si algún día nos comunicamos con alguna otra parte del universo, podemos estar seguros de que una cosa que ambas culturas tendrán en común será un sistema ordenado de los elementos que será instantáneamente reconocible por ambas formas de vida inteligente."

El Bloque 3 se centra en la transformación de los materiales, es decir, en la reacción química. Tras dar cuenta de los niveles macroscópico y microscópico en los dos bloques anteriores, éste atiende al nivel simbólico. De manera que la expresión de las reacciones químicas en forma de ecuaciones es uno de los temas principales de que se ocupa, sin dejar de lado manifestaciones macroscópicas de las reacciones, como la emisión o absorción de energía en forma de luz o calor. Asimismo, se profundiza en la comprensión del modelo del enlace, introduciendo temas como la electronegatividad. El eje del bloque se

presta a la perfección para introducir el concepto de cantidad de sustancia y su unidad de medida: el mol.

En seguida, el Bloque 4, con el tema de la formación de nuevos materiales, toca aspectos como las reacciones ácido-base y las reacciones redox, ilustrándolas con contextos como los alimentos ácidos y la acidez estomacal, y la corrosión de los metales. Con esto, se amplía el alcance del modelo de reacción química y se integran los conceptos expuestos en los tres bloques anteriores.

Para finalizar, el Bloque 5 presenta una serie de propuestas para el desarrollo de proyectos que permiten al alumno aplicar lo aprendido a lo largo del curso, con temas como: la síntesis de materiales elásticos, las aportaciones de los científicos mexicanos a la química, los beneficios y riesgos del uso de fertilizantes y pesticidas, la manufactura de cosméticos, las propiedades de materiales empleados por las culturas mesoamericanas, los usos de la química en expresiones artísticas y la sustitución de derivados del petróleo por otras clases de compuestos.

Además de las anteriores consideraciones en torno al contenido disciplinar del libro, ha sido un placer para nosotros tocar temas que tienen que ver con cómo funciona la ciencia y qué habilidades del pensamiento están involucradas en su construcción. Con esto pretendemos dar continuidad al desarrollo de habilidades cognitivas y metacognitivas emprendido en cursos anteriores, así como contribuir a la alfabetización científica de los jóvenes y a desarrollar en ellos las habilidades de pensamiento que los conviertan en individuos más críticos y reflexivos y, si es el caso, en científicos más creativos y propositivos. Por eso una parte medular del libro son sus actividades, las cuales buscan poner en acción habilidades: para planear investigaciones, hacer observaciones, plantear hipótesis, ejecutar experimentos, recolectar y analizar datos, verificar hipótesis, extraer conclusiones válidas, comunicar hallazgos y debatir propuestas, así como reflexionar y evaluar sobre el propio proceso de aprendizaje. Con esto queremos dar fe de nuestra confianza en la indagación, activa y autónoma, como una herramienta única en la formación científica y cívica de los estudiantes.

Estar al tanto de los procesos que constituyen el quehacer científico y que resultan en conocimiento con fiable habilidad al individuo para juzgar —con conocimiento de causa— la validez o la veracidad de declaraciones hechas por científicos y por no científicos. Esta habilidad para pensar críticamente es esencial cuando se trata de tomar decisiones sobre la salud personal y comunitaria, la protección del ambiente, la procuración de justicia y la defensa de derechos humanos.

Asimismo, conocer cómo se hace la ciencia —cómo se ponen a prueba aquellas ideas que aspiran a describir y explicar el mundo— inculca en las personas la capacidad de justipreciar los aportes de los expertos al conocimiento sobre la naturaleza. Es decir, enseña a no menospreciar las teorías, las leyes y las observaciones por el hecho de adolecer de un cierto grado de incertidumbre o de error, ni a esperar explicaciones definitivas o soluciones contundentes a aquellos fenómenos que eluden a las mejores mentes y a problemas sociales acuciantes, respectivamente.

A la espera de que nuestros esfuerzos le resulten valiosos y reaviven en usted el gusto por compartir con sus alumnos la visión maravillosa que nos ofrece la química del mundo y, aún más, del Universo, le deseamos que disfrute del privilegio de formar a los seres humanos que heredarán el planeta y darán forma a la cultura del mañana.

LOS AUTORES

# Índice

## Bloque 1

### Las características de los materiales ..... 22

**La ciencia y la tecnología en el mundo actual** ..... 24

Secuencia 1

Relación de la química y la tecnología con el ser humano, la salud y el ambiente ..... 24

El conocimiento químico en la Antigüedad ..... 25

La química y la tecnología. Aportaciones a la satisfacción de necesidades básicas ..... 26

Copiando a la naturaleza ..... 27

La era del plástico ..... 28

Los conservadores ..... 28

Influencia de los medios de comunicación en las actitudes de las personas hacia la química y la tecnología ..... 29

### Identificación de las propiedades físicas de los materiales ..... 32

Secuencia 2

Propiedades cualitativas, extensivas e intensivas ..... 32

Las propiedades cualitativas de los materiales ..... 33

Los estados de agregación de la materia ..... 33

Propiedades cuantitativas de la materia ..... 34

Propiedades extensivas de la materia: masa y volumen ..... 34

Masa ..... 35

Volumen ..... 35

Propiedades intensivas de la materia ..... 36

Temperatura de fusión ..... 36

Temperatura de ebullición ..... 37

Viscosidad ..... 38

Solubilidad ..... 39

Densidad ..... 40

### Experimentación con mezclas ..... 42

Secuencia 3

Mezclas homogéneas y heterogéneas ..... 42

Las mezclas y sus componentes ..... 43

Clasificación de las mezclas ..... 44

Concentración de las mezclas: porcentaje en masa y volumen ..... 44

Porcentaje en masa, % m/m ..... 44

Porcentaje en volumen, % V/V ..... 45

Métodos de separación de mezclas con base en las propiedades físicas de sus componentes ..... 46

### ¿Cómo saber si la muestra de una mezcla está más contaminada que otra? ..... 50

Secuencia 4

Toma de decisiones relacionada con: Contaminación de una mezcla ..... 50

Componentes de las mezclas como contaminantes ..... 51

Toma de decisiones relacionada con: Concentración y efectos ..... 53

Primera revolución de la química ..... 58

Secuencia 5

Aportaciones de Lavoisier: la Ley de conservación de la masa ..... 58

Las aportaciones de Lavoisier ..... 59

Otras aportaciones de Lavoisier ..... 61

Lo tentativo del conocimiento científico ..... 62

### Proyecto 1 ..... 64

Planeación del proyecto ..... 65

Desarrollo ..... 66

Conclusiones ..... 67

Comunicación ..... 67

Evaluación ..... 67

Ponte a prueba ..... 68

Mapa conceptual ..... 70

Ahora sé ..... 71

## Bloque 2

### Las propiedades de los materiales y su clasificación química ..... 72

Clasificación de los materiales ..... 74

Secuencia 6

Mezclas y sustancias puras: compuestos y elementos ..... 74

¿Qué es clasificar? ..... 74

Los materiales: las mezclas y las sustancias puras ..... 76

Modelo corpuscular ..... 77

Estructura de los materiales ..... 80

Secuencia 7

Modelo atómico de Bohr ..... 80

El modelo atómico propuesto por Bohr ..... 81

Organización de los electrones en el átomo: electrones internos y externos ..... 82

Enlace químico ..... 83

Modelo de Lewis y enlace de valencia ..... 84

Representación química de elementos, moléculas, átomos e iones ..... 84

### ¿Cuál es la importancia de rechazar, reducir, reusar y reciclar los metales? ..... 86

Secuencia 8

Propiedades de los metales ..... 86

Maleabilidad y ductilidad ..... 87

Conductividad eléctrica y térmica ..... 88

Brillo ..... 90

Productos elaborados con metales. Aplicaciones ..... 91

Toma de decisiones relacionada con: rechazo, reducción, reúso y reciclado de metales ..... 91

### Segunda revolución de la química ..... 94

Secuencia 9

El orden de la diversidad de las sustancias: aportaciones del trabajo de Cannizzaro y Mendeleiev ..... 94

El camino hacia la tabla periódica. Antecedentes ..... 95

El trabajo de Cannizzaro ..... 96

El trabajo de Mendeleiev ..... 98

### Tabla periódica: organización y regularidades de los elementos químicos ..... 100

Secuencia 10

Regularidades en la tabla periódica de los elementos químicos representativos ..... 100

Identificación de la información de la tabla periódica ..... 100

Carácter metálico, valencia, número y masa atómica ..... 101

El carácter metálico ..... 103

La valencia ..... 104

Las regularidades en la tabla periódica ..... 104

Importancia de los elementos químicos para los seres vivos ..... 106

C, H, O, N, P y S ..... 107

Carbono (C) ..... 107

Hidrógeno (H) ..... 107

Oxígeno (O) ..... 108

Nitrógeno (N) ..... 108

Fósforo (P) ..... 108

Azufre (S) ..... 109

### Enlace químico ..... 110

Secuencia 11

Modelos de enlace: covalente e iónico

Relación entre las propiedades de las sustancias con el modelo de enlace: covalente e iónico ..... 110

Enlace químico ..... 110

Modelo de enlace iónico ..... 111

Modelo de enlace covalente ..... 113

Los compuestos iónicos y covalentes en la química ..... 114

### Proyecto 2 ..... 116

Planeación del proyecto ..... 117

Desarrollo ..... 118

Conclusiones ..... 119

Comunicación ..... 119

Evaluación ..... 119

Ponte a prueba ..... 120

Mapa conceptual ..... 122

Ahora sé ..... 123

## Bloque 3

### La transformación de los materiales: la reacción química ..... 124

### Identificación de cambios químicos y el lenguaje de la química ..... 126

Secuencia 12

Manifestaciones y representación de reacciones químicas (ecuación química) ..... 126

El cambio químico ..... 127

Manifestaciones del cambio químico ..... 129

Precipitación ..... 129

Efervescencia ..... 130

Cambio de color ..... 131

Emisión de energía en forma de luz o calor ..... 132

Cambios químicos en los seres vivos ..... 134

Reacción química ..... 134

Ecuación química ..... 135

Ley de conservación de la masa ..... 136

¿Qué me conviene comer? .....	142
Secuencia 13	
Toma de decisiones relacionada con:	
Los alimentos y su aporte calórico .....	142
La energía en nuestros alimentos .....	143
La caloría como unidad de medida de la energía .....	144
Los alimentos y su aporte calórico. ¿Qué debo comer? .....	145
Relación entre las características personales y ambientales con la cantidad de energía requerida por una persona .....	147
Tercera revolución de la química .....	150
Secuencia 14	
Tras la pista de la estructura de los materiales: aportaciones de Lewis y Pauling .....	150
La estructura de los materiales: las aportaciones de Lewis .....	152
La estructura de los materiales: las aportaciones de Pauling .....	152
La tabla de electronegatividad .....	154
Tipos de enlace por diferencia de electronegatividad .....	154
Uso de la tabla de electronegatividad .....	155
Comparación y representación de escalas de medida .....	158
Secuencia 15	
Escalas y representación .....	158
Escalas .....	158
El avance científico expande nuestros sentidos .....	161
Unidad de medida: mol .....	161
Proyecto 3 .....	166
Planeación del proyecto .....	167
Desarrollo .....	168
Conclusiones .....	169
Comunicación .....	169
Evaluación .....	169
Ponte a prueba .....	170
Mapa conceptual .....	172
Ahora sé .....	173
<b>Bloque 4</b> .....	
La formación de nuevos materiales .....	174
Importancia de los ácidos y las bases en la vida cotidiana y en la industria .....	176

Secuencia 16	
Propiedades y representación de ácidos y bases .....	176
Ácidos y bases de uso cotidiano .....	177
¿Cómo se representa la acidez o basicidad de un compuesto o sustancia? .....	178
¿Cómo medir el grado de acidez o basicidad? .....	179
Reacciones entre ácidos y bases .....	181
Propiedades de los ácidos y las bases de acuerdo con el modelo de Arrhenius .....	182
Algo más sobre las reacciones de neutralización .....	184
¿Por qué evitar el consumo frecuente de los "alimentos ácidos"? .....	186
Secuencia 17	
Toma de decisiones relacionada con:	
Importancia de una dieta correcta .....	186
Los ácidos en el estómago .....	187
Alimentos recomendados y no recomendados para personas que tienen problemas estomacales relacionados con la acidez .....	189
Los alimentos ácidos y la salud dental .....	190
Sustancias que ayudan en el control de la acidez .....	191
Una dieta correcta y una forma de vida saludable .....	193
Importancia de las reacciones de óxido y de reducción .....	196
Secuencia 18	
Número de oxidación .....	196
Algunos ejemplos de reacciones de óxido-reducción .....	197
¿Qué es la oxidación? .....	198
Relación de los procesos de transferencia de electrones con la oxidación y la reducción .....	198
Oxidación y reducción .....	200
Las reacciones redox .....	201
El número de oxidación .....	202
Las excepciones a la regla .....	204
Secuencia 19 .....	206
Características y representaciones de las reacciones redox .....	206
Reacciones redox en la vida diaria .....	207
El funcionamiento de pilas y baterías .....	207
Reacciones redox en la industria .....	210
Producción de energía .....	210
Obtención de metales .....	210
Corrosión .....	211
Reacciones de combustión .....	211

Proyecto 4 .....	214
Planeación del proyecto .....	215
Desarrollo .....	216
Conclusiones .....	217
Comunicación .....	217
Evaluación .....	217
Ponte a prueba .....	218
Mapa conceptual .....	220
Ahora sé .....	221
<b>Bloque 5</b> .....	
Química y tecnología .....	222
Proyecto 5.1 .....	224
Proyecto: ¿Cómo se sintetiza un material elástico? .....	224
¿Qué es lo importante de un proyecto de fin de curso? .....	225
Planeación del proyecto .....	225
Desarrollo .....	226
Conclusiones .....	227
Comunicación .....	227
Evaluación .....	227
Proyecto 5.2 .....	228
Proyecto: ¿Qué aportaciones a la química se han generado en México? .....	228
Planeación del proyecto .....	229
Desarrollo .....	230
Conclusiones .....	231
Comunicación .....	231
Evaluación .....	231
Proyecto 5.3 .....	232
Proyecto: ¿Cuáles son los beneficios y riesgos del uso de fertilizantes y plaguicidas? .....	232
Planeación del proyecto .....	233
Desarrollo .....	234
Conclusiones .....	235
Comunicación .....	235
Evaluación .....	235

Proyecto 5.4 .....	236
Proyecto: ¿De qué están hechos los cosméticos y cómo se elaboran? .....	236
Planeación del proyecto .....	237
Desarrollo .....	238
Conclusiones .....	239
Comunicación .....	239
Evaluación .....	239
Proyecto 5.5 .....	240
Proyecto: ¿Cuáles son las propiedades de algunos materiales que utilizaban las culturas mesoamericanas? .....	240
Planeación del proyecto .....	241
Desarrollo .....	242
Conclusiones .....	243
Comunicación .....	243
Evaluación .....	243
Proyecto 5.6 .....	244
Proyecto: ¿Cuál es el uso de la química en diferentes expresiones artísticas? .....	244
Planeación del proyecto .....	245
Desarrollo .....	246
Conclusiones .....	247
Comunicación .....	247
Evaluación .....	247
Proyecto 5.7 .....	248
Proyecto: ¿Puedo dejar de utilizar los derivados del petróleo y sustituirlos por otros compuestos? .....	248
Planeación del proyecto .....	249
Desarrollo .....	250
Conclusiones .....	251
Comunicación .....	251
Evaluación .....	251
Anexo .....	252
Cómo buscar de manera eficiente información fidedigna en internet .....	252
Nomenclatura química de óxidos, hidróxidos, ácidos y sales .....	253
Algunas reglas para mantenerte seguro y cuidar el ambiente durante las actividades experimentales .....	255
Bibliografía .....	258

# Dosificación

Bloque 1. Las características de los materiales

Semana	Tiempo sugerido	Página	Aprendizajes esperados	Contenidos	Estándares curriculares
1-2	9 horas	24	<b>Secuencia 1</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Identifica las aportaciones del conocimiento químico y tecnológico en la satisfacción de necesidades básicas, en la salud y el ambiente.</li> <li>Analiza la influencia de los medios de comunicación y las actitudes de las personas hacia la química y la tecnología.</li> </ul>	<b>LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA EN EL MUNDO ACTUAL</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Relación de la química y la tecnología con el ser humano, la salud y el ambiente.</li> </ul>	
2-3	9 horas	32	<b>Secuencia 2</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Clasifica diferentes materiales con base en su estado de agregación e identifica su relación con las condiciones físicas del medio.</li> <li>Identifica las propiedades extensivas (masa y volumen) e intensivas (temperatura de fusión y de ebullición, viscosidad, densidad, solubilidad) de algunos materiales.</li> <li>Explica la importancia de los instrumentos de medición y observación como herramientas que amplían la capacidad de percepción de nuestros sentidos.</li> </ul>	<b>IDENTIFICACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS MATERIALES</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Cualitativa.</li> <li>Extensiva.</li> <li>Intensiva.</li> </ul>	Identifica las propiedades físicas de los materiales, así como la composición y pureza de las mezclas, compuestos y elementos.
4-5	9 horas	42	<b>Secuencia 3</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Identifica los componentes de las mezclas y las clasifica en homogéneas y heterogéneas.</li> <li>Identifica la relación entre la variación de la concentración de una mezcla (porcentaje en masa y volumen) y sus propiedades.</li> <li>Deduce métodos de separación de mezclas con base en las propiedades físicas de sus componentes.</li> </ul>	<b>EXPERIMENTACIÓN CON MEZCLAS</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Homogéneas y heterogéneas.</li> <li>Métodos de separación de mezclas con base en las propiedades físicas de sus componentes.</li> </ul>	Identifica los componentes de las mezclas, su clasificación, los cambios de sus propiedades en función de su concentración, así como los métodos de separación.
5-6	9 horas	50	<b>Secuencia 4</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Identifica que los componentes de una mezcla pueden ser contaminantes aunque no sean perceptibles a simple vista.</li> <li>Identifica la funcionalidad de expresar la concentración de una mezcla en unidades de porcentaje (%) o en partes por millón (ppm).</li> <li>Identifica que las diferentes concentraciones de un contaminante, en una mezcla, tienen distintos efectos en la salud y en el ambiente, con el fin de tomar decisiones informadas.</li> </ul>	<b>¿CÓMO SABER SI LA MUESTRA DE UNA MEZCLA ESTÁ MÁS CONTAMINADA QUE OTRA?</b> <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>	

Semana	Tiempo sugerido	Página	Aprendizajes esperados	Contenidos	Estándares curriculares
7-8	9 horas	58	<b>Secuencia 5</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Argumenta la importancia del trabajo de Lavoisier al mejorar los mecanismos de investigación (medición de masa en un sistema cerrado) para la comprensión de los fenómenos naturales.</li> <li>Identifica el carácter tentativo del conocimiento científico y las limitaciones producidas por el contexto cultural en el cual se desarrolla.</li> </ul>	<b>PRIMERA REVOLUCIÓN DE LA QUÍMICA</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Aportaciones de Lavoisier: la Ley de conservación de la masa.</li> </ul>	
8-9	7 horas	64	<ul style="list-style-type: none"> <li>A partir de situaciones problemáticas plantea premisas, supuestos y alternativas de solución, considerando las propiedades de los materiales o la conservación de la masa.</li> <li>Identifica, mediante la experimentación, algunos de los fundamentos básicos que se utilizan en la investigación científica escolar.</li> <li>Argumenta y comunica las implicaciones sociales que tienen los resultados de la investigación científica.</li> <li>Evalúa los aciertos y debilidades de los procesos investigativos al utilizar el conocimiento y la evidencia científicos.</li> </ul>	<b>PROYECTO AHORA TÚ EXPLORA, EXPERIMENTA Y ACTÚA. INTEGRACIÓN Y APLICACIÓN</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>¿Cómo funciona una salinera y cuáles su impacto en el ambiente?</li> <li>¿Qué podemos hacer para recuperar y reutilizar el agua del ambiente?</li> </ul>	
9	2 horas	68		<b>EVALUACIÓN</b>	

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

Semana	Tiempo sugerido	Página	Aprendizajes esperados	Contenidos	Estándares curriculares
10	6 horas	74	<b>Secuencia 6</b> <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>CLASIFICACIÓN DE LOS MATERIALES</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Mezclas y sustancias puras: compuestos y elementos.</li> </ul>	Identifica los componentes de las mezclas, su clasificación, los cambios de sus propiedades en función de su concentración, así como los métodos de separación.
11	6 horas	80	<b>Secuencia 7</b> <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>ESTRUCTURA DE LOS MATERIALES</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Modelo atómico de Bohr.</li> <li>Enlace químico.</li> </ul>	Identifica las características del modelo atómico (partículas y sus funciones).

Semana	Tiempo sugerido	Página	Aprendizajes esperados	Contenidos	Estándares curriculares
12	6 horas	86	<b>Secuencia 8</b> <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>¿CUÁLES 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>	
13-14	9 horas	94	<b>Secuencia 9</b> <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>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>	
14-15	9 horas	100	<b>Secuencia 10</b> <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>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>	Explica la organización y la información contenida en la tabla periódica de los elementos, así como la importancia de algunos de ellos para los seres vivos.
16-17	9 horas	110	<b>Secuencia 11</b> <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>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>	Identifica las características del enlace químico y de la reacción química.
17-18	6 horas	116	<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. 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>	
18	3 horas	120		<b>EVALUACIÓN</b>	

Bloque 3. La transformación de los materiales: la reacción química					
Semana	Tiempo sugerido	Página	Aprendizajes esperados	Contenidos	Estándares curriculares
19-20	9 horas	126	<b>Secuencia 12</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Describe algunas manifestaciones de cambios químicos sencillos (efervescencia, emisión de luz o calor, precipitación, cambio de color).</li> <li>Identifica las propiedades de los reactivos y los productos en una reacción química.</li> <li>Representa el cambio químico mediante una ecuación e interpreta la información que contiene.</li> <li>Verifica la correcta expresión de ecuaciones químicas sencillas con base en la Ley de conservación de la masa.</li> <li>Identifica que en una reacción química se absorbe o se desprende energía en forma de calor.</li> </ul>	<b>IDENTIFICACIÓN DE CAMBIOS QUÍMICOS Y EL LENGUAJE DE LA QUÍMICA</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Manifestaciones y representación de reacciones químicas (ecuación química).</li> </ul>	Identifica las características del enlace químico y de la reacción química.
20-21	9 horas	142	<b>Secuencia 13</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Identifica que la cantidad de energía se mide en calorías y compara el aporte calórico de los alimentos que ingiere.</li> <li>Relaciona la cantidad de energía que una persona requiere, de acuerdo con las características tanto personales (sexo, actividad física, edad y eficiencia de su organismo, entre otras) como ambientales, con el fin de tomar decisiones encaminadas a una dieta correcta.</li> </ul>	<b>¿QUÉ ME CONVIENE COMER?</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>La caloría como unidad de medida de la energía.</li> <li>Toma de decisiones relacionada con: Los alimentos y su aporte calórico.</li> </ul>	Identifica el aporte calórico de los alimentos y su relación con la cantidad de energía requerida por una persona.
22-23	12 horas	150	<b>Secuencia 14</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Explica la importancia del trabajo de Lewis al proponer que en el enlace químico los átomos adquieren una estructura estable.</li> <li>Argumenta los aportes realizados por Pauling en el análisis y la sistematización de sus resultados al proponer la tabla de electronegatividad.</li> <li>Representa la formación de compuestos en una reacción química sencilla, a partir de la estructura de Lewis, e identifica el tipo de enlace con base en su electronegatividad.</li> </ul>	<b>TERCERA REVOLUCIÓN DE LA QUÍMICA</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Tras la pista de la estructura de los materiales: aportaciones de Lewis y Pauling.</li> <li>Uso de la tabla de electronegatividad.</li> </ul>	
24	6 horas	158	<b>Secuencia 15</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Compara la escala astronómica y la microscópica considerando la escala humana como punto de referencia.</li> <li>Relaciona la masa de las sustancias con el mol para determinar la cantidad de sustancia.</li> </ul>	<b>COMPARACIÓN Y REPRESENTACIÓN DE ESCALAS DE MEDIDA</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Escala y representación.</li> <li>Unidad de medida: mol.</li> </ul>	
25-26	9 horas	166	<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>PROYECTO AHORA TÚ EXPLORA, EXPERIMENTA Y ACTÚA. 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>	
26	3 horas	170		<b>EVALUACIÓN</b>	

Bloque 4. La formación de nuevos materiales					
Semana	Tiempo sugerido	Página	Aprendizajes esperados	Contenidos	Estándares curriculares
27-28	9 horas	176	<b>Secuencia 16</b> <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>	IMPORTANCIA DE LOS ÁCIDOS Y LAS BASES EN LA VIDA COTIDIANA Y EN LA INDUSTRIA <ul style="list-style-type: none"> <li>Propiedades y representación de ácidos y bases.</li> </ul>	Identifica las propiedades de los ácidos y las bases, así como las características de las reacciones redox.
28-29	9 horas	186	<b>Secuencia 17</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Identifica la acidez de algunos alimentos o de aquellos que la provocan.</li> <li>Identifica las propiedades de las sustancias que neutralizan la acidez estomacal.</li> <li>Analiza los riesgos a la salud por el consumo frecuente de alimentos ácidos, con el fin de tomar decisiones para una dieta correcta que incluya el consumo de agua simple potable.</li> </ul>	¿POR QUÉ EVITAR EL CONSUMO FRECUENTE DE LOS "ALIMENTOS ÁCIDOS"? <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>	
30-31	9 horas	196	<b>Secuencia 18</b> <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> </ul>	IMPORTANCIA DE LAS REACCIONES DE ÓXIDO Y DE REDUCCIÓN <ul style="list-style-type: none"> <li>Características y representaciones de las reacciones redox.</li> <li>Número de oxidación.</li> </ul>	Identifica las propiedades de los ácidos y las bases, así como las características de las reacciones redox.
31-32	9 horas	206	<b>Secuencia 19</b> <ul style="list-style-type: none"> <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>		
33-34	9 horas	214	<ul style="list-style-type: none"> <li>Propone preguntas y alternativas de solución a situaciones problemáticas planteadas, con el fin de tomar decisiones relacionadas con el desarrollo sustentable.</li> <li>Sistematiza la información de su proyecto a partir de gráficas, experimentos y modelos, con el fin de elaborar conclusiones y reflexionar sobre la necesidad de contar con recursos energéticos aprovechables.</li> <li>Comunica los resultados de su proyecto de diversas formas, proponiendo alternativas de solución relacionadas con las reacciones químicas involucradas.</li> <li>Evalúa procesos y productos de su proyecto considerando su eficacia, viabilidad e implicaciones en el ambiente.</li> </ul>	<b>PROYECTO</b> AHORA TÚ EXPLORA, EXPERIMENTA Y ACTÚA. INTEGRACIÓN Y APLICACIÓN <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>	
34	3 horas	218		EVALUACIÓN	

Bloque 5. Química y tecnología					
Semana	Tiempo sugerido	Página	Aprendizajes esperados	Contenidos	Estándares curriculares
35 36 37 38 39 40	33 horas	222	<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>	<b>PROYECTOS</b> AHORA TÚ EXPLORA, EXPERIMENTA Y ACTÚA. INTEGRACIÓN Y APLICACIÓN <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>	

# Estructura de tu libro

## Entrada de bloque

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

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

El presente bloque tiene como propósito que los estudiantes conozcan y comprendan el proceso de formación de nuevos materiales a partir de los recursos naturales y sintéticos, así como su aplicación en la vida cotidiana. Este bloque está dividido en cinco unidades de aprendizaje que se tratan de la siguiente manera:

- 1. **Identificación de los recursos naturales y sintéticos que se utilizan en la formación de nuevos materiales.**
- 2. **Identificación de los procesos de transformación de los recursos naturales y sintéticos en nuevos materiales.**
- 3. **Identificación de los procesos de transformación de los recursos naturales y sintéticos en nuevos materiales.**
- 4. **Identificación de los procesos de transformación de los recursos naturales y sintéticos en nuevos materiales.**
- 5. **Identificación de los procesos de transformación de los recursos naturales y sintéticos en nuevos materiales.**

## Secuencias didácticas

Los bloques 1 a 4 contienen secuencias didácticas que se desarrollan en tres etapas: inicio, desarrollo y cierre, y contienen temas ligados entre sí con actividades, ejercicios y experimentos.

La secuencia comienza con un texto de introducción, seguido de una actividad con el fin de recuperar los conocimientos previos que propicien tu reflexión.

El desarrollo incluye textos explicativos a los que seguirán actividades.

Al final, a manera de conclusión, se presenta una actividad de cierre, que retoma la situación de inicio.

**120**  
**Identificación de cambios químicos y el lenguaje de la química**

Identificar los cambios químicos que ocurren en la naturaleza y en la vida cotidiana, así como su aplicación en la industria y en la vida cotidiana.

Objetivo de aprendizaje: Identificar los cambios químicos que ocurren en la naturaleza y en la vida cotidiana, así como su aplicación en la industria y en la vida cotidiana.

Actividades:

1. Observar y registrar los cambios químicos que ocurren en la naturaleza y en la vida cotidiana.
2. Identificar los cambios químicos que ocurren en la naturaleza y en la vida cotidiana.
3. Registrar los cambios químicos que ocurren en la naturaleza y en la vida cotidiana.
4. Registrar los cambios químicos que ocurren en la naturaleza y en la vida cotidiana.
5. Registrar los cambios químicos que ocurren en la naturaleza y en la vida cotidiana.

## Actividades

Las actividades se sirven para ampliar, reforzar y aplicar los conocimientos que adquieras a lo largo de los temas.

**244**  
**Proyecto 5.6**

El presente proyecto tiene como propósito que los estudiantes conozcan y comprendan el proceso de formación de nuevos materiales a partir de los recursos naturales y sintéticos, así como su aplicación en la vida cotidiana.

Objetivo de aprendizaje: Identificar los cambios químicos que ocurren en la naturaleza y en la vida cotidiana, así como su aplicación en la industria y en la vida cotidiana.

Actividades:

1. Observar y registrar los cambios químicos que ocurren en la naturaleza y en la vida cotidiana.
2. Identificar los cambios químicos que ocurren en la naturaleza y en la vida cotidiana.
3. Registrar los cambios químicos que ocurren en la naturaleza y en la vida cotidiana.
4. Registrar los cambios químicos que ocurren en la naturaleza y en la vida cotidiana.
5. Registrar los cambios químicos que ocurren en la naturaleza y en la vida cotidiana.

**245**

## Evaluación

**246**  
**Ponte a prueba**

Identificar los cambios químicos que ocurren en la naturaleza y en la vida cotidiana, así como su aplicación en la industria y en la vida cotidiana.

Objetivo de aprendizaje: Identificar los cambios químicos que ocurren en la naturaleza y en la vida cotidiana, así como su aplicación en la industria y en la vida cotidiana.

Actividades:

1. Observar y registrar los cambios químicos que ocurren en la naturaleza y en la vida cotidiana.
2. Identificar los cambios químicos que ocurren en la naturaleza y en la vida cotidiana.
3. Registrar los cambios químicos que ocurren en la naturaleza y en la vida cotidiana.
4. Registrar los cambios químicos que ocurren en la naturaleza y en la vida cotidiana.
5. Registrar los cambios químicos que ocurren en la naturaleza y en la vida cotidiana.

**247**

## Proyectos

Al final de los bloques 1 al 4, encontrarás sugerencias y orientaciones para efectuar investigaciones en equipo, para integrar los contenidos del bloque y desarrollar el trabajo colaborativo y participativo con tus compañeros.

En el Bloque 5 integrarás contenidos de todo el curso, independientemente del proyecto que elijas desarrollar.

## Ponte a prueba

Con esta evaluación, cuyo formato es tipo PISA, resolverás problemas al analizar situaciones específicas y aplicar lo que aprendiste en el bloque correspondiente.

Mapa conceptual

Esta sección te brinda un panorama general de los contenidos del bloque.

Las actividades que se incluyen favorecen la integración de lo aprendido.

Ahora sé

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

Mapa conceptual diagram showing the structure of the book, including sections like 'Mapa conceptual', 'Ahora sé', and 'Evaluación'. It includes a tree diagram and a list of activities.

Chemistry content page with diagrams and text. It includes a diagram of a water molecule, chemical equations like H2O + H2O -> H3O+ + OH-, and a section titled '¿Sabes?' with a photo of a scientist.

Glosario

Se definen o explican algunos términos utilizados en secuencias y proyectos y que quizá desconozcas; en el texto se marcan con color rojo.

Con cursivas, se resaltan algunos conceptos importantes, estos se definen en el cuerpo del texto, por lo que no los encontrarás en el glosario.

¿Sabes?

Esta sección te permitirá conocer datos interesantes que complementan y amplían la información del texto.

Secciones complementarias

Two pages of complementary sections. The left page is titled '¿Cómo saber si la muestra de una mezcla está más contaminada que otra?' and the right page is titled 'Perspectivas'. Both contain text, diagrams, and images related to environmental science.

Anexos

Two pages of annexes. The left page is titled '¿Cómo saber si la muestra de una mezcla está más contaminada que otra?' and the right page is titled 'Perspectivas'. Both contain text, diagrams, and images related to environmental science.

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

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

Te invito a...

Aquí te sugerimos libros y páginas electrónicas para que conozcas más sobre los temas. Al final del libro encontrarás las referencias de los libros y otras fuentes propuestas.

# Las características de los materiales

## Competencias que se favorecen:

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

## Aprendizajes esperados

- Identifica las aportaciones del conocimiento químico y tecnológico en la satisfacción de necesidades básicas, en la salud y el ambiente.
- Analiza la influencia de los medios de comunicación y las actitudes de las personas hacia la química y la tecnología.
- Clasifica diferentes materiales con base en su estado de agregación e identifica su relación con las condiciones físicas del medio.
- Identifica las propiedades extensivas (masa y volumen) e intensivas (temperatura de fusión y de ebullición, viscosidad, densidad, solubilidad) de algunos materiales.
- Explica la importancia de los instrumentos de medición y observación como herramientas que amplían la capacidad de percepción de nuestros sentidos.
- Identifica los componentes de las mezclas y las clasifica en homogéneas y heterogéneas.
- Identifica la relación entre la variación de la concentración de una mezcla (porcentaje en masa y volumen) y sus propiedades.
- Deduce métodos de separación de mezclas con base en las propiedades físicas de sus componentes.
- Identifica que los componentes de una mezcla pueden ser contaminantes, aunque no sean perceptibles a simple vista.
- Identifica la funcionalidad de expresar la concentración de una mezcla en unidades de porcentaje (%) o en partes por millón (ppm).
- Identifica que las diferentes concentraciones de un contaminante, en una mezcla, tienen distintos efectos en la salud y en el ambiente, con el fin de tomar decisiones informadas.
- Argumenta la importancia del trabajo de Lavoisier al mejorar los mecanismos de investigación (medición de masa en un sistema cerrado) para la comprensión de los fenómenos naturales.
- Identifica el carácter tentativo del conocimiento científico y las limitaciones producidas por el contexto cultural en el cual se desarrolla.
- A partir de situaciones problemáticas plantea premisas, supuestos y alternativas de solución, considerando las propiedades de los materiales o la conservación de la masa.
- Identifica, mediante la experimentación, algunos de los fundamentos básicos que se utilizan en la investigación científica escolar.
- Argumenta y comunica las implicaciones sociales que tienen los resultados de la investigación científica.
- Evalúa los aciertos y debilidades de los procesos investigativos al utilizar el conocimiento y la evidencia científica.

## Contenidos

### La ciencia y la tecnología en el mundo actual

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

### Identificación de las propiedades físicas de los materiales:

- Cualitativas
- Extensivas
- Intensivas

### Experimentación con mezclas

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

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

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

### Primera revolución de la química

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

### PROYECTO 1 Ahora tú explora, experimenta y actúa. Integración y aplicación

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

## Temas transversales

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



# Bloque 1

# La ciencia y la tecnología en el mundo actual

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

### Aprendizajes esperados

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

Sin duda, la vida de las personas en las sociedades modernas no se concibe sin las sustancias y los materiales necesarios para cubrir diversas necesidades humanas como la alimentación (figura 1.1), la salud, el transporte o la comunicación. Sin embargo, vale la pena preguntarnos cómo influyen los medios de comunicación en las actitudes y preferencias de las personas hacia algunos compuestos y tecnologías químicas.



### Actividad de inicio

#### Reflexiona: ¿Cuáles son las actitudes de las personas hacia la química?

En 1962, la bióloga estadounidense Rachel Carson publicó un libro que tuvo un impacto global: *Primavera silenciosa*. En él, Carson documentó el deterioro ambiental por el uso indiscriminado del insecticida DDT (dicloro difenil tricloroetano) para combatir las plagas de los cultivos (figura 1.2). El DDT, además de matar a los insectos que acaban con cosechas, también afecta a otras especies de insectos y de aves que integran las redes alimentarias de los ecosistemas aledaños, lo que provoca la pérdida de su diversidad.

Sin embargo, resulta que el DDT es uno de los insecticidas más efectivos para combatir al mosquito anófeles, transmisor de la malaria o paludismo, enfermedad que en la década de 1960 causó la muerte de millones de personas, 75% de éstas niños y niñas. Son dos las medidas más eficaces para contrarrestar la enfermedad: la fumigación del interior de las casas en áreas afectadas con insecticidas de acción prolongada y la dotación de mosquiteros, para que las personas duerman bajo ellos. La fumigación de interiores es eficaz durante tres a seis meses aunque en algunos casos, el DDT resulta eficaz por más tiempo.

Comenten en equipo el uso del DDT y argumenten en pro y en contra sobre su uso.

1. ¿Permitirían su uso libre?
2. ¿Prohibirían su empleo a nivel mundial para cualquier tipo de aplicación?, ¿tanto en cultivos para controlar plagas como en las casas para abatir el paludismo?
3. ¿Permitirían su uso doméstico en regiones como África, con alta incidencia de paludismo?

Comenten con sus compañeros de grupo lo siguiente.

4. ¿Qué aporta la ciencia química y qué la tecnología en este caso?
5. ¿El uso de sustancias químicas, sin haber investigado los efectos que pueden causar, afecta las actitudes de las personas hacia la química? ¿Por qué?



Figura 1.2 Molécula del dicloro difenil tricloroetano (DDT).



Figura 1.1 Desde mediados del siglo xx se lograron incrementos notables en las cosechas, mediante la utilización de semillas mejoradas, el riego con ayuda de bombas a base de diesel y el uso de fertilizantes e insecticidas.

## El conocimiento químico en la Antigüedad

Para los primeros seres humanos, el fuego fue probablemente la primera tecnología empleada para cubrir necesidades de iluminación, calefacción y alimentación, sin embargo, desconocían la naturaleza de este proceso. Fue Aristóteles quien empezó a considerar la naturaleza del fuego como uno de los cuatro componentes de la materia. Debieron pasar siglos en los que se plantearon otras explicaciones; una muy importante fue la del médico y filósofo Ernst Stahl, quien intentó explicar la naturaleza del fuego y la combustión, mediante una de las primeras teorías químicas. Hoy sabemos que la combustión consiste en la transformación de la madera, hojas y otros materiales combustibles en dióxido de carbono y residuos como la ceniza, con la consiguiente producción de luz y calor.

Para conservar y almacenar los alimentos que recolectaban, cultivaban o cazaban, los artesanos de las primeras sociedades aprendieron a fabricar vasijas de barro cocidas al fuego o en hornos rudimentarios, lo que les brindaba dureza y resistencia al agua y a la manipulación. Posteriormente descubrieron que impregnando el barro con ciertos minerales antes de su horneado, la superficie de la pieza obtenida adquiría más dureza y brillo, lo que mejoraba sus propiedades para conservar y calentar los alimentos. A este material se le conoce como cerámica (figura 1.3).

Ya sea de manera accidental o como un proceso de búsqueda intencional, los seres humanos de la prehistoria descubrieron las propiedades de los metales como el oro, la plata, el cobre y el estaño. Con el martillado del cobre se elaboraron vasijas, ornamentos y arados, utensilio este último que incrementó la producción agrícola de alimentos. Su uso se inició alrededor de unos 6 000 años a.n.e., lo que dio origen a la época que se conoce como *Edad del Cobre*.

Posteriormente, empleando hornos que alcanzaban altas temperaturas, los antiguos artesanos metalúrgicos lograron mezclar dos o más metales para obtener aleaciones, con características diferentes a las de sus precursores. Por ejemplo, el bronce es una **aleación** obtenida de la mezcla de cobre y estaño, lo que le confiere mayor resistencia y duración. La producción de bronce se inició hace unos 4 000 años, lo que dio origen al periodo que se conoce como *Edad del Bronce*. En lo que hoy es Europa, Asia y el norte de África, durante esa época, con este material se fabricaron vasijas, orfebrería e instrumentos de uso cotidiano.

El descubrimiento del hierro, un metal más duro que el bronce, y su uso generalizado para fabricar todo tipo de utensilios para las actividades de la vida diaria estuvieron acompañados por avances en las técnicas metalúrgicas que incluían alcanzar las temperaturas de **fusión**, aun siendo muy elevadas.

La *Edad del Hierro* se inició en Europa, Asia y África entre los años 1200 a.n.e. y 500 d.n.e. Los pueblos de América, que trabajaban el oro, la plata, el cobre e incluso el bronce, no conocieron el hierro, pues la tecnología de fundición necesaria para obtenerlo llegó a este continente con los españoles.

La constante mejora en el conocimiento de los materiales y las tecnologías para su transformación fueron conformando lo que hoy constituye la *ciencia química*.



Figura 1.3 Cerámica maya. A lo largo de la historia de la humanidad y en la actualidad, muchos de los utensilios para almacenar y servir los alimentos han sido fabricados de cerámica.

**aleación.** Producto de la mezcla de dos o más elementos químicos, siendo uno de ellos metal.

**fusión.** Cambio de estado de la materia, del estado sólido al líquido, cuando se aplica calor.



**Actividad**

**Describe:** ¿Cómo influyen la química y la tecnología en la forma de vida de las sociedades?

Completa la línea de tiempo. Asegúrate de que incluya lo siguiente.

1. Época en la que se descubre el cobre, el bronce, el hierro y el acero (aleación que contiene hierro).
2. Procesos tecnológicos empleados para su obtención o para la fabricación de utensilios o herramientas.
3. Necesidades humanas que se cubrían con ellos.

	Cobre		Hierro	
Época			1200 a.n.e.	
Proceso tecnológico		Aleación de cobre con estaño		
Uso				Varilla y vigas para edificios

4. Con tus compañeros de grupo comenta cómo han transformado la química y la tecnología la forma de vida de las sociedades desde la prehistoria hasta la fecha.



**Figura 1.4** Los convertidores catalíticos instalados en los automóviles reducen la cantidad de gases emitidos por el motor, que resultan dañinos para la salud y el ambiente.

**catálisis.** Acción y efecto de someter al calor cuerpos de cualquier clase para eliminar las sustancias volátiles, es decir, aquellas que tienen puntos de ebullición muy bajos.

**arcilla.** Mineral que presenta una estructura en capas o escamas, que contiene silicatos de aluminio.

**caliza.** Roca formada principalmente de carbonato de calcio.

**La química y la tecnología. Aportaciones a la satisfacción de necesidades básicas**

La *química* se ha definido como la ciencia que se encarga de estudiar las propiedades y las transformaciones de la materia. Tiene dos ramas principales, una es la *química analítica*, que estudia la composición química de los materiales, y la síntesis química, que son los procesos por medio de los cuales se producen nuevos compuestos químicos a partir de sustancias precursoras.

La segunda es la *tecnología química*, es el conjunto de conocimientos relacionados con el análisis de la composición de la materia y la producción de nuevas sustancias químicas con las que se fabrican objetos, herramientas, aparatos y procesos químicos, que son empleados para *satisfacer las necesidades del ser humano* en aspectos como la *alimentación*, la *salud*, el transporte, la construcción, las comunicaciones, el deporte, el entretenimiento o el *cuidado del ambiente* (figura 1.4).

En química, las relaciones entre ciencia y tecnología son diversas. En muchas ocasiones la ciencia aporta los conocimientos que emplea la tecnología para el desarrollo de sustancias, objetos o procesos. En otras, en cambio, la tecnología se le adelanta a la ciencia y diseña artefactos o técnicas de las que todavía no se conocen los principios que rigen su funcionamiento. Por ejemplo, en el siglo XVIII se sintetizó el cemento a partir de la **calcinación de arcilla y caliza**. No fue sino hasta el siglo XX que, con base en una mayor comprensión de las transformaciones químicas involucradas, se logró mejorar la calidad del producto, dando inicio al auge de la industria del cemento



**Actividad**

**Infiere:** ¿Conoces algunas aportaciones del conocimiento químico y tecnológico que ayuden a satisfacer necesidades de las personas?

1. Ya revisaste algunas características del acero y del cemento, ahora, en libros de química y en internet investiga con tus compañeros de equipo lo siguiente.
  - a) ¿Qué son el acero y el cemento? ¿Qué propiedades tienen?
  - b) ¿Cómo se obtienen? ¿Cuáles son las tecnologías que se emplean para su fabricación?
  - c) ¿Para qué se usan?
2. Consideren las actividades que realizan en un día e identifiquen lo que se presenta a continuación.
  - a) Los transportes que emplean y las estructuras por donde transitan o donde realizan sus actividades como puentes, casas y edificios.
  - b) ¿Cuáles de ellos están fabricados con acero y cuáles con cemento?
3. Con los demás compañeros del grupo y con tu profesor, infiere lo siguiente.
  - a) ¿Cómo sería su vida diaria si no existieran el acero y el cemento?
  - b) La participación de la química y de la tecnología asociada con ella en la satisfacción de necesidades humanas en las sociedades modernas.



**Figura 1.5** El cemento y otros materiales son aportaciones de la química y la tecnología que permiten diversos desarrollos que satisfacen necesidades de vivienda, comunicación y transporte.

**Te invito a...**

Leer el libro Parker, Steve, *100 cosas que debes saber sobre la ciencia*, México, SEP-Signo editores, 2007 (Libros del Rincón), sabrás cómo la ciencia mejora nuestras vidas.

**Copiar a la naturaleza**

Aliviar los malestares y las enfermedades de niños, adultos y ancianos ha sido, desde siempre, una necesidad de cualquier sociedad humana. Los antiguos chamanes o curanderos conocían las propiedades curativas de muchas plantas. Pero fue en el siglo XIX que la farmacología moderna alcanzó avances notorios en el análisis químico y la extracción de los principios activos de las plantas que se emplean para tratar una enfermedad o aliviar sus síntomas. Por ejemplo, la morfina, que es un poderoso analgésico, se aisló de la amapola en 1805. Sin embargo, estas tecnologías resultaban lentas y laboriosas ya que se tenían que conseguir grandes cantidades de plantas medicinales de las que a veces se obtenían reducidas cantidades del principio activo. Hoy en día, en los laboratorios farmacéuticos e institutos de investigación se analizan muchos vegetales con propiedades curativas, se aíslan los principios activos que contienen y se sintetizan los mismos compuestos de manera artificial (figura 1.6).

Gracias al conocimiento de la química analítica y de las modernas tecnologías aplicadas al desarrollo y fabricación de medicamentos, hoy se pueden tratar y curar infinidad de padecimientos. Entre los medicamentos que más vidas salvan están los antibióticos, antialérgicos, antiparasitarios y antihipertensivos.



**Figura 1.6** La molécula de vainillina extraída directamente de la vaina es idéntica a la sintetizada en el laboratorio.

**Polímero.** Material formado por múltiples unidades sencillas o monómeros.

### La era del plástico

El plástico es un **polímero** sintético y ha sido uno de los productos químicos que más han influido en la vida de las sociedades del siglo XX y XXI. Sustituyó a los metales y a la madera en múltiples aplicaciones debido a su resistencia, durabilidad y economía. Actualmente se utiliza en dispositivos e instrumentos que no podrían fabricarse con otro material, como los teléfonos celulares.

Los polímeros se elaboran a partir de derivados del petróleo, y hoy tienen infinidad de usos, muchos de ellos relacionados con el empaquetado, productos para la construcción y artículos para el hogar; algunos ejemplos son:

- Polietileno de Baja Densidad (PEBD): bolsas de supermercado y para basura.
- Cloruro de Polivinilo (PVC): tuberías y persianas.
- Tereftalato de Polietileno (PET): botellas de agua y refresco.
- Polietileno de Alta Densidad (PEAD): envases de detergentes y juguetes.

Debido a su resistencia a la degradación ambiental y por microorganismos, los plásticos pueden tardar hasta 200 años en degradarse, por lo que se han convertido en un contaminante de ecosistemas terrestres y acuáticos. El plástico se puede reciclar casi en su totalidad, aunque en algunos casos el material que resulta no tiene el mismo valor que tenían los artículos originales. Asimismo es necesario que se separen los desechos en sus diferentes componentes, para que puedan ser recuperados y reciclados.

### Los conservadores

La necesidad de conservar los alimentos para evitar su deterioro ha acompañado a la humanidad desde tiempos remotos, por ejemplo cuando se emprendían largos viajes por mar o tierra. En la actualidad, para dotar de alimentos a millones de personas en todo el mundo se requieren procesos de conservación que preserven la frescura y las propiedades nutritivas de los alimentos hasta que llegan al consumidor. Los conservadores sintéticos evitan, retardan o detienen la descomposición de los alimentos industrializados, que se mantienen inalterados por un periodo de tiempo limitado (figura 1.7). Algunos conservadores químicos son perjudiciales para la salud en altas concentraciones, por lo que las normas sanitarias regulan las concentraciones que se pueden emplear en los alimentos. Es el caso de los nitratos y los nitritos que se adicionan a los jamones, que impiden la reproducción de bacterias como *Clostridium botulinum* cuya toxina, la botulínica, es uno de los venenos más poderosos que se conocen. Ambos conservadores, además, brindan el color rosado característico de los jamones y acentúan su sabor.

Por sus propiedades antioxidantes, se está investigando la acción conservadora de productos naturales como el té verde y las semillas de uva. Lo que resulta claro es que, igual que los conservadores artificiales, los naturales empleados en altas concentraciones también pueden causar daño. Sin embargo, la percepción de muchos consumidores es que resulta más seguro para la salud consumir productos sin conservadores químicos (figura 1.8).



La síntesis de plásticos se inicia con precursores químicos derivados del petróleo, del que se producen la gasolina, el diesel y el gas. Sin embargo, hoy en día es posible realizar el proceso inverso, esto es, producir gasolina, diesel y gas a partir del reciclamiento de plásticos de desecho. En efecto, el proceso inicia con el lavado y triturado de los desechos plásticos para obtener al final gasolina, diesel, así como gas propano y butano, que son separados y almacenados para su distribución.



**Figura 1.7** La fecha de caducidad indica el día en que un alimento deja de ser adecuado para su consumo.



**Figura 1.8** Los medios de comunicación promueven la venta de todo tipo de productos con ingredientes naturales y sin conservadores.

### Influencia de los medios de comunicación en las actitudes de las personas hacia la química y la tecnología

Ya se mencionó que las actitudes de la gente hacia la química pueden ser positivas (como en el caso de los medicamentos), ambivalentes (como en el caso de los plásticos y los conservadores) o negativas (como en el caso de los pesticidas). ¿Tú qué piensas?



### Actividad

**Analiza y reflexiona:** ¿La química nos trae beneficios o nos causa daño?

Examina los beneficios y los efectos negativos que causa el uso de algunos productos.

1. Analiza la tabla 1.1 sobre pros y contras del uso del DDT y luego responde las preguntas.

Tabla 1.1 Efectos del DDT	
Efectos negativos del DDT	Beneficios del DDT
Adelgaza el cascarón de los huevos de aves de presa, lo que altera la reproducción de la especie. Afecta también a peces e insectos polinizadores.	Desde las décadas de 1940 y 1950 se ha aplicado en huertos, jardines, zonas boscosas y campos de cultivo, obteniéndose mejoras notables en el rendimiento de las cosechas al abatir plagas.
Su uso indiscriminado genera tolerancia en los insectos, lo que reduce su efectividad.	Es útil en el combate contra los insectos que transmiten enfermedades como el paludismo, el tifo, la peste bubónica y la leishmaniasis.
Permanece en el suelo hasta por 30 años.	Puede ser eficaz hasta por 12 meses.
En dosis elevadas, afecta la salud del ser humano, al provocar trastornos del metabolismo y nacimientos prematuros.	Tiene un costo de producción muy bajo y se pueden preparar soluciones, concentrados, aerosoles, velas y vaporizadores que pueden rociarse o difundirse en el interior de las casas.

- Con lo que has revisado en la secuencia, ¿consideras que se debe permitir o no el uso del DDT? ¿Por qué?
- Con tus compañeros de equipo identifica en el texto de la página anterior los efectos negativos y los beneficios de los conservadores sintéticos, analízalos y completa el cuadro.

Efectos negativos de los conservadores químicos	Beneficios de los conservadores químicos

- A partir del análisis que realizaron respondan las siguientes preguntas y expliquen su respuesta.
  - ¿Consumirían alimentos con conservadores sintéticos? ¿Por qué?
  - ¿Prohibirían su uso a nivel mundial y sólo permitirían el uso de conservadores naturales? ¿Por qué?
  - ¿Restringirían y controlarían su uso? ¿Por qué y cómo lo harían?



La doctora Alejandra Bravo, del Departamento de Microbiología Molecular del Instituto de Biotecnología de la UNAM, inició hace 20 años la búsqueda de un insecticida que abatiera insectos nocivos, respetando a otros como las abejas y sin causar daño al ser humano y otros animales. Además, buscó que fuera biodegradable, y por tanto, más amigable con el ambiente. Gracias a su trabajo, encontró una toxina de la bacteria *Bacillus thuringiensis* que, aunque inocua para el ser humano, es tóxica para insectos que atacan los cultivos, parásitos del ganado y la larva del mosquito que transmite el dengue.

4. En casa, observa varios comerciales de los que pasan en la televisión e identifica aquellos que promueven el consumo de productos que tiene las siguientes características.
- Contienen una sustancia que mejora o enriquece sus propiedades.
  - No contienen sustancias sintéticas.

5. Responde, ¿influyeron los anuncios en tu actitud hacia los productos sintéticos? ¿Tu actitud ahora es más o menos favorable hacia ellos? Explica.

6. En plenaria respondan y comenten, ¿consideran que enfatizar las bondades o los efectos negativos de un elemento o compuesto químico influye en las actitudes y preferencias de consumo de las personas? ¿Por qué?

### Perspectivas

En tu curso de Ciencias 1 Biología estudiaste que el desarrollo sustentable es aquel que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades. La Comisión para el Desarrollo Sustentable estableció en 1995 una serie de indicadores para medir el grado de desarrollo alcanzado en este rubro, entre los que destacan:

- Satisfacer las necesidades básicas de todas las personas como alimento, agua, vivienda y abrigo.
  - Favorecer una adecuada calidad de vida, para lo cual se debe garantizar la equidad y salarios dignos, así como suprimir la esclavitud y la explotación de seres humanos.
  - Minimizar el uso de los recursos humanos y compartirlos con todos los seres humanos.
  - Evitar el agotamiento de los recursos naturales para que las futuras generaciones puedan disponer de ellos.
  - Considerar el impacto ambiental de los productos que consumimos.
  - Minimizar la generación de residuos y la contaminación.
- ¿Se cumplen estos indicadores en la producción de derivados del petróleo como gasolina, diesel y gas mediante el reciclado de plásticos; el reciclaje de materia orgánica para producir composta; y el uso de insecticidas como el DDT?

En buena medida, las actitudes negativas hacia la química y la tecnología que se basa en el conocimiento químico proviene de su mal uso —la mayoría de las veces producto de la imprudencia— con el énfasis en situaciones desastrosas que se hace en algunos medios de comunicación.

A pesar de la mala imagen de la química —y las actitudes negativas que de ella se derivan—, es importante tener presente que así como el abuso de la química y la tecnología puede ocasionar grandes desastres, también su uso racional y prudente ofrece las estrategias más confiables para detectarlos y corregirlos (como ha ocurrido con el adelgazamiento de la capa de ozono, la lluvia ácida o el abuso de los insecticidas; tema con el que abrimos la secuencia). Pensar que la química no es una opción saludable para la sociedad nos privaría de una gran herramienta para alcanzar un desarrollo sustentable.

Sin embargo, para muchos la química parece haberse convertido en la enemiga de la naturaleza, llegándose a preferir lo 'natural' (aquellos productos que no han sido obtenidos mediante procesos químicos manipulados por el ser humano) por sobre lo 'artificial' (productos salidos de laboratorios o plantas industriales). Tras esta connotación se halla la creencia errónea de que lo 'natural' es más sano porque no contiene sustancias químicas, cuando en realidad cualquier sustancia, provenga de donde provenga, es una sustancia química: a nivel atómico, no existe diferencia entre uno y otro tipo.

El origen de una sustancia no es lo que la hace mala o buena, sino el uso y abuso que se haga de ella. La diabetes es un padecimiento en el que el aumento en la cantidad de una sustancia química natural —la glucosa— afecta al organismo. El ozono es una sustancia que, en la estratosfera, nos protege de los efectos cancerígenos de los rayos ultravioleta y, en el aire de las ciudades, nos causa problemas respiratorios.

### Actividad

**Reflexiona: ¿Conoces soluciones para los problemas que generan los plásticos?**

Dado el tiempo que tardan en degradarse algunos plásticos, es muy probable que las primeras bolsas fabricadas en la década de los cincuenta aún existan y se encuentren dispersas, contaminando el ambiente.

La durabilidad de estos materiales estimuló la investigación y el desarrollo de plásticos que se integraran al medio en menos tiempo. Es así que a los plásticos convencionales se les puede añadir una sustancia que acelera su degradación natural (figura 1.9). Algunos supermercados ya emplean este tipo de bolsas biodegradables; sin embargo, aunque se degradan en un año aproximadamente en el ambiente, permanecen por más tiempo algunos residuos tóxicos. También se producen plásticos biodegradables (bioplásticos) a partir de maíz y caña de azúcar, los cuales son degradados por microorganismos, al igual que materia orgánica, como residuos de frutas y vegetales.



Figura 1.9 Bolsas biodegradables.

Reflexiona en torno a los siguientes puntos.

- ¿La vida en las sociedades modernas se podría concebir sin los plásticos?
- ¿Consideras que se deben seguir fabricando plásticos de larga duración?

### Actividad de cierre

**Concluye: ¿Puedes tomar decisiones en beneficio del medio ambiente y la salud?**

- Realicen las siguientes actividades.
  - En parejas, lean nuevamente el texto del principio y respondan, ¿cuáles criterios emplearían para decidir si utilizan un producto o no?
  - Ahora, en plenaria, comenten, ¿consideran que conocer las sustancias químicas, sus propiedades, efectos sobre el ser humano y el ambiente, así como la manera adecuada de usarlas, les ayuda a tomar decisiones con respecto a los productos que utilizan en su vida cotidiana? ¿Por qué?

#### Aprendizajes logrados

Ahora comprendes el desarrollo del conocimiento sobre al menos cuatro procesos o tecnologías químicas que satisfacen necesidades básicas.

Puedes examinar los beneficios y los efectos negativos que causan el uso de algunos productos químicos.

Explicas cómo la química y la tecnología participan en la satisfacción de necesidades humanas y eres capaz de describir cómo los medios de comunicación difunden opiniones tanto favorables como desfavorables hacia algunos productos y tecnologías químicas.

### Perspectivas

Al final de las secuencias encontrarás preguntas que te pueden orientar para llevar a cabo tus proyectos a lo largo del curso. Respóndelas con tu equipo y registra en tu cuaderno sus reflexiones.

¿Qué aportaciones de la química y la tecnología favorecen la recuperación y la reutilización del agua?

#### Te invito a...

conocer las siguientes páginas:

Corral, Miguel, "La bacteria que come plástico", en *El Mundo*, 10 de marzo de 2016, disponible en [www.edutics.mx/Js3](http://www.edutics.mx/Js3), donde te enterarás de un descubrimiento realizado por científicos japoneses: una bacteria capaz de degradar el PET (Consulta: 21 de enero de 2019).

Segura, Daniel, "Plásticos biodegradables a partir de una bacteria", en *Boletín UNAM-DGCS-040*, 20 de enero de 2016, disponible en [www.edutics.mx/JsU](http://www.edutics.mx/JsU), donde leerás sobre el trabajo que se lleva a cabo en el Instituto de Biotecnología de la UNAM con el fin de aprovechar una bacteria que produce plástico biodegradable (Consulta: 21 de enero de 2019).



# Identificación de las propiedades físicas de los materiales

## Propiedades cualitativas, extensivas e intensivas

### Aprendizajes esperados

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

Uno de los primeros pasos para entender el mundo es saber de qué está hecho. Los seres humanos contamos con nuestros cinco sentidos para conocer el mundo, pero muchas veces no bastan. ¿Cómo conocerías la temperatura a la que hierve el agua? Es por ello que los científicos usan una serie de instrumentos —termómetros y otros— que les permiten contestarse preguntas para identificar y clasificar a los materiales: ¿es sólido, líquido o gaseoso? ¿Cuánto pesa, qué volumen ocupa? ¿A qué temperatura hierve o se derrite? ¿Qué tan viscoso y denso es? ¿Se disuelve en agua? Esto lo veremos en esta secuencia.

### Actividad de inicio

#### Reflexiona: ¿Conoces las propiedades del hielo?

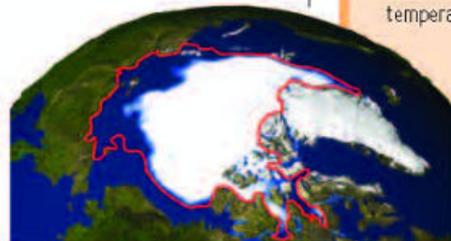
Actualmente existe una gran preocupación por el derretimiento del hielo en los polos. Desde 1979, el tamaño del casquete de hielo polar ártico de verano se ha reducido en más de 20%. Además, la temperatura promedio en el Ártico se ha elevado dos veces más rápido que en el resto del mundo, por lo que el hielo ártico se está adelgazando, derritiendo y rompiendo (figura 1.10).

Este derretimiento de los polos afecta a las personas y a la vida silvestre. Los osos polares, ballenas, morsas y focas están cambiando sus hábitos alimentarios y migratorios, haciendo que los nativos tengan más dificultades para cazarlos. La disminución de la masa de hielo del ártico aumentará el volumen de líquido en los océanos, lo que puede causar inundaciones en las poblaciones costeras y contaminación de cuerpos de agua dulce con agua salada. Grandes ciudades como Nueva York, Hong Kong, Tokio y Mumbai y, en nuestro país, Cancún, corren riesgo, ya que se encuentran a menos de dos metros sobre el nivel del mar. El derretimiento del hielo del Ártico también afectará los patrones climáticos y por tanto, la agricultura y la ganadería a nivel mundial.

Es posible cambiar esta tendencia quemando menos combustibles fósiles, generando tecnologías limpias para la obtención de energía y adoptando formas que permitan el ahorro energético, pero se necesita un esfuerzo global para salvar los polos y el planeta. Reúnanse en grupos y discutan con sus compañeros lo siguiente.

1. ¿Qué propiedades conocen del hielo?
2. ¿Cuáles son las propiedades que los científicos necesitan conocer acerca del hielo polar para estudiarlo?
3. ¿Cuál será el impacto del derretimiento de hielo polar para ustedes en el futuro?

Con base en este ejemplo, entre todo el grupo discutan por qué es importante conocer y medir las propiedades de los materiales.



**Figura 1.10** El Ártico ha registrado cambios drásticos en su superficie; en 2007 tuvo el primer récord de 3.41 millones de km<sup>2</sup>, en 2015 fue de 14.54 millones de km<sup>2</sup> y el 24 de marzo de 2016 alcanzó 14.52 millones de km<sup>2</sup>.

### Te invito a...

Leer el libro Gore, Aí, Nuestra elección. Un plan para resolver la crisis climática, México, SEP-Gedisa-Oceano, 2010 (Libros del Rincón). En él encontrarás ideas para combatir la crisis climática.

## Las propiedades cualitativas de los materiales

Todo el tiempo estamos rodeados de materiales. Estos tienen *propiedades* diversas que utilizamos para entenderlos y *clasificarlos*. Cuando estudiamos la materia, lo primero que hacemos es, pues, describir sus propiedades. Esto nos ayuda a clasificarla y a saber cómo se comportará en ciertas situaciones (figura 1.11), como en el caso que leíste sobre el derretimiento del hielo en los casquetes polares.

Las propiedades de los objetos se clasifican en dos categorías principales: *cualitativas* y *cuantitativas*. Las primeras son aquellas que pueden ser *percibidas pero no medidas*. Las segundas son, en cambio, aquellas que *percibimos a través de los sentidos o instrumentos que los amplían* y que se pueden medir. Un ejemplo de propiedad cualitativa es el color.

### Los estados de agregación de la materia

Una propiedad cualitativa muy útil para clasificar y estudiar a la materia es el estado de agregación, es decir, si ésta se encuentra en estado sólido, líquido o gaseoso, y bajo qué condiciones puede pasar de un estado a otro. Se considera que es una propiedad cualitativa porque no se puede medir asignándole un valor numérico (como sí se puede hacer con la distancia, que se mide en metros, o el volumen, en mililitros). Los estados de agregación se describen aplicando una de tres categorías, que a su vez dependen de información percibida por nuestros sentidos.

Los *gases*, al colocarse dentro de un recipiente, ocuparán todo su volumen, no tienen una forma definida y se pueden comprimir. Un ejemplo de gas es el oxígeno que respiramos y que está presente en el aire (que es una mezcla de gases) o el dióxido de carbono que forma las burbujas de las bebidas gaseosas. Los *líquidos* tampoco tienen una forma específica, pero sí un volumen definido y no pueden comprimirse. Ejemplos de líquidos son el alcohol y el agua. Por otro lado, los *sólidos* sí tienen una forma y volumen definidos y no son compresibles. Los plásticos —como el chicle— y la madera son ejemplos de materiales sólidos.

Cuando un material pasa de un estado de agregación a otro se denomina *cambio de estado* (figura 1.12). Pero, ¿qué hace que un material cambie de un estado a otro?



**Figura 1.11** Los seres humanos aprovechamos las propiedades de los materiales. En los globos aerostáticos utilizamos la capacidad de los gases para cambiar de volumen y, por tanto, volverse más ligeros que el aire.



**Figura 1.12** Actualmente, en algunos restaurantes de lujo se enfrían helados y cocteles utilizando nitrógeno líquido, que tiene una temperatura de -196 °C, por lo que congela instantáneamente los alimentos. El nitrógeno usado hierve y cambia a fase gaseosa.

### Actividad

#### Investiga y analiza: ¿Por qué cambia de estado el agua?

En equipo, lean el texto y resuelvan las preguntas.

En muchos sentidos, la cocina es como un laboratorio de química: los materiales se someten deliberadamente a tratamientos que cambian sus propiedades, generalmente para beneplácito de nuestro paladar. Por eso es muy útil fijarse con atención en lo que ocurre cuando cocinamos.

Con tu equipo responde lo siguiente.

1. ¿Qué hace que el agua hierva (por ejemplo, cuando preparamos un café o té) o se congele (como cuando preparamos cubos de hielo o helado), es decir, que cambie de estado?
2. Regresando a la lectura inicial, ¿qué parece estar causando el derretimiento del hielo polar?
3. Con base en sus respuestas a las preguntas 1 y 2, ¿qué criterio podríamos establecer como el responsable de los cambios de estado del agua en particular y de los materiales en general?

- Busquen una receta de cocina. Puede ser de su platillo favorito o de algún platillo que tengan curiosidad por conocer. Escriban tanto la lista de ingredientes como los pasos para prepararlo.
- Clasifiquen los ingredientes de acuerdo con el criterio de si son sólidos o líquidos en condiciones normales de temperatura y presión (25 °C y 1 atm). ¿Hay alguno que sea gaseoso?
- ¿Ocurre algún cambio de estado durante el proceso de elaboración del platillo? ¿Cuál? ¿Por qué cambia de estado?
- Quizá nunca lo hayan pensado, pero hay recetas que también involucran gases, aunque generalmente éstos no se ponen en la lista de ingredientes, sino que se generan en el proceso de preparación. Algunos ejemplos son la elaboración del dulce de merengue y el capeado del chile relleno, en los que se incorpora aire a las claras de huevo para hacerlas más ligeras. Investiguen otros usos de gases en la preparación de alimentos. Compartan sus respuestas con otros equipos.

**Te invito a...**

Leer el capítulo II del libro de Córdova Frunz, José Luis, *La química y la cocina*, México, SEP-FCE, 2003 (Libros del Rincón). En él encontrarás una introducción a los procesos químicos que ocurren en la preparación de alimentos. Disponible también en línea en: [www.edutics.com.mx/JPC](http://www.edutics.com.mx/JPC) (Consulta: 21 de enero de 2019).

**Propiedades cuantitativas de la materia**

El inconveniente que tiene tratar de comprender a la naturaleza a partir de las propiedades cualitativas de objetos o fenómenos es la dificultad de llegar a acuerdos acerca de la información que sobre ella se obtiene. Esto se debe a que la percepción “medida” únicamente por nuestros sentidos depende de los prejuicios y capacidades de cada persona, es decir, es subjetiva; y lo que se desea del conocimiento científico es que sea lo más objetivo posible, es decir, válido para cualquier observador.

Con el fin de asegurar al máximo la objetividad del conocimiento —de la que dependen su certeza y su confiabilidad—, los científicos eligen cuidadosamente las propiedades a observar y utilizan escalas de medida que les permiten *cuantificar* su magnitud. Las *propiedades cuantitativas* son entonces aquellas que se pueden medir y expresar mediante cantidades. Ahora bien, a menudo es útil clasificar las propiedades cuantitativas teniendo en cuenta si, una vez hecha la medición, su valor depende o no de la cantidad de sustancia que se tenga.

**Actividad**

**Reflexiona:** ¿Qué propiedades de la materia puedes medir?

- Elabora con un compañero una lista que incluya todas aquellas propiedades físicas que hayas estudiado en tus cursos anteriores de ciencias.
- ¿Cuáles tienen un efecto notorio en tu vida cotidiana? ¿Cuáles no?
- ¿Cuáles son cuantitativas y cuáles cualitativas?
- ¿Cómo mides las cuantitativas que afectan tu vida cotidiana?, ¿con qué las mides? Elabora una conclusión con un compañero acerca de la importancia cotidiana de medir las propiedades físicas. Compartan sus ideas con el resto del grupo.

**Propiedades extensivas de la materia: masa y volumen**

Las *propiedades extensivas* de la materia son aquellas que dependen de —o tienen una relación directa con— la cantidad de material del objeto que queremos estudiar. “Masa” y “volumen” son palabras que utilizamos o a las que hacemos referencia cotidianamente, ya sea al comprar o preparar algún alimento o bebida, al llenar el tanque de gasolina del automóvil o cuando vamos a un examen médico.

**Masa**

En tu curso de Ciencias 2 definiste la *masa* de una sustancia como la cantidad de materia que la compone. Como tal, la masa tiene una relación directa con la cantidad de materia, es decir, mientras más masa, más materia. Como recordarás, la unidad de medida en el Sistema Internacional de Unidades (SI) para la masa es el kilogramo (kg).

Si intentaras medir la masa de dos objetos con tus manos, lo harías en proporción a su peso y podrías decir, por ejemplo, que uno es más pesado que otro, pero no podrías decir cuánto pesa cada uno, ni cuál es la diferencia de pesos entre ambos. Esto es porque nuestros sentidos nos permiten reconocer ciertas características del medio que nos rodea, pero para obtener datos numéricos precisos necesitamos equipo especial.

La medición de una propiedad extensiva como la masa se efectúa con instrumentos de medición llamados balanzas, que comparan la masa desconocida de una muestra con un estándar conocido como *patrón de medida* (figura 1.13). Un patrón de medida es el fundamento a partir del cual se crea y se revisa una unidad de medida. Así, para conocer la exactitud de la medición experimental o comercial de una magnitud, basta comparar las mediciones del aparato de medida con respecto al patrón.



**Figura 1.13** En México, el cilindro patrón nacional se encuentra en el Centro Nacional de Metrología (Cenam), ubicado en el estado de Querétaro. La definición original del kilogramo era la masa de un litro de agua destilada a 1 atmósfera de presión y a 3.98 °C. Actualmente se está buscando definir el kilogramo en términos de leyes físicas.

**Actividad**

**Investiga:** ¿Cuánta masa hay?

- ¿Qué otras unidades, además de las del Sistema Internacional de Unidades, son comunes para expresar la masa?
- ¿Cuál es la equivalencia entre estas unidades y el kilogramo?
- Supón que cuentas con los siguientes patrones para determinar la masa: monedas, frijoles, manzanas, hojuelas de maíz y bolas de plastilina.
- Si tuvieras que elegir uno para que todos en el país lo utilizáramos, ¿cuál elegirías? ¿Por qué? ¿Cuál no elegirías? ¿Por qué? Si las hubiera, ¿cuáles serían las ventajas del patrón de monedas con respecto al de esferas de plastilina? Comparte tus respuestas con otros compañeros y en grupo lleguen a una conclusión.

**Volumen**

El *volumen* es la cantidad de espacio tridimensional que ocupa un líquido, sólido o gas. Al igual que la masa, el volumen guarda una relación directa con la cantidad de materia, es decir, a más materia, más volumen. Las unidades del SI para el volumen son los metros cúbicos (m<sup>3</sup>). Sin embargo, de manera cotidiana utilizamos el litro (l) como unidad de volumen (figura 1.14). La equivalencia entre ambas unidades se muestra a continuación:

$$1 \text{ litro} = 1000 \text{ centímetros cúbicos} = 0.001 \text{ metros cúbicos} = 1000 \text{ ml.}$$

Esto quiere decir que en 1 metro cúbico hay 1000 litros.



**Figura 1.14** Medimos volúmenes de manera cotidiana; por ejemplo, en la cocina utilizamos cucharadas, cucharaditas y tazas como medidas de volumen.



**Actividad**

**Investiga y analiza: ¿Cuánta agua consumes?**

1. Realiza una predicción, ¿cuántos litros de agua piensas que consumes en dos meses?
2. Consigue el recibo de agua de tu casa (figura 1.15). Encontrarás que el consumo de agua se reporta allí en metros cúbicos. ¿A cuántos litros equivale el consumo de agua de tu familia?



**Figura 1.15** Revisa cuidadosamente todos los datos que se incluyen en el recibo del agua, incluido el costo por litro.

3. Si lo divides entre el número de integrantes que habitan en tu casa, ¿cuántos litros de agua consumes en promedio en un bimestre?

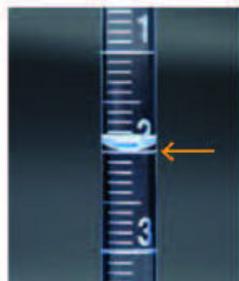
4. ¿Te acercaste a este valor con tu predicción?

Haz una lista de todas las actividades que consumen agua en tu casa y propón acciones para disminuir su consumo.



**Perspectivas**

En tu curso de Matemáticas 2 viste que la unidad de medida de volumen en el SI es el m<sup>3</sup>, la cual es una unidad derivada de combinar tres veces la unidad de longitud. ¿En qué casos utilizas el m<sup>3</sup>? ¿En cuáles el litro? ¿Qué criterio utilizas para decidirlo?



**Figura 1.16** Para medir adecuadamente el volumen de un líquido utilizando instrumentos volumétricos de laboratorio (como una probeta o una pipeta) es importante que tomes en cuenta la formación del menisco (superficie cóncava o convexa).

Para determinar el volumen de objetos regulares, como un cubo o un cilindro, existen fórmulas que has estudiado en tus cursos de Matemáticas. Además, como ya viste en tu curso de Física, para determinar el volumen de cuerpos de forma irregular se sumergen en un líquido, generalmente agua, y se determina cuánto volumen se desplaza. La diferencia entre el volumen inicial del líquido y el volumen final del líquido es igual al volumen del cuerpo. En los laboratorios químicos el volumen de los líquidos se mide con lecturas de nivel en tubos de vidrio angostos como las pipetas, pues un pequeño cambio de volumen es más evidente; esto hace que la medición sea más precisa (figura 1.16).

**Propiedades intensivas de la materia**

La característica de las *propiedades intensivas* es que no dependen de la cantidad de materia. A diferencia de las propiedades extensivas, las intensivas son características de cada sustancia y por eso pueden emplearse para identificarla. A continuación, verás con detalle algunas de ellas.

**Temperatura de fusión**

La *temperatura de fusión* es aquella en la cual un sólido pasa a estado líquido. Esta propiedad no tiene relación con la cantidad de materia. Por ejemplo, un gramo de sal y un kilogramo de sal de mesa se funden a la misma temperatura. Esta temperatura es específica para cada sustancia y es por ello que algunos métodos de identificación de sustancias se basan en este parámetro. La temperatura de fusión de un material determina el estado de agregación en el que se encuentra a temperatura ambiente. Por ejemplo, si la temperatura de fusión es más baja que la temperatura ambiente, el material estará en estado líquido, como ocurre con el agua (temperatura de fusión: 0 °C) y con el mercurio (temperatura de fusión: -38.83 °C). Por el contrario, si la temperatura de fusión es más alta que la temperatura ambiente, el material estará en estado sólido, como es el caso del resto de los metales (figura 1.17).



**Figura 1.17** El tungsteno es un elemento químico con una temperatura de fusión muy elevada (3410 °C). Es por esto que se utiliza para elaborar los filamentos de los focos.



**Experimenta: ¿Se derrite el hielo a diferentes temperaturas si la cantidad de agua es distinta?**

**Introducción**

Hagan una predicción en equipo acerca de cuál consideran que es la respuesta. ¿Creen que la masa del hielo influya en su temperatura de fusión? ¿Cómo? ¿Por qué?

**Material**

- Cuatro vasos de vidrio
- Agua de la llave
- Congelador
- Termómetro, de preferencia que no sea de mercurio, puede ser de alcohol

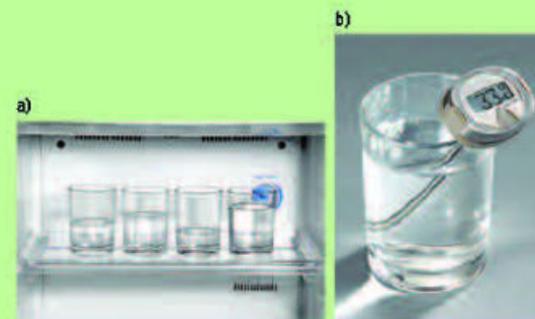
Si no cuentan con congelador en su escuela, pueden adquirir hielo en una tienda de conveniencia y guardarlo en una hielera. Utilicen entonces diferentes cantidades de hielo.

**Método**

1. El día anterior a la clase, coloquen diferentes cantidades de agua en los vasos de plástico y métenlos en el congelador.
2. Cuando estén totalmente congelados retírenlos del congelador y dejen que se derritan parcialmente.
3. Una vez que cada hielo se derrita lo suficiente como para sumergir la punta del termómetro, midan y registren en su cuaderno la temperatura en cada vaso (figura 1.18).

**Análisis de resultados y conclusiones**

1. ¿Cuál fue la temperatura de fusión de cada muestra de hielo?
2. ¿Cómo midieron la temperatura?, ¿podrían medirla sólo con sus sentidos?
3. ¿La temperatura de fusión dependió de la masa de hielo?
4. ¿Se cumplió su predicción?, ¿por qué?
5. Compartan sus respuestas con otros equipos y escriban una breve conclusión en su cuaderno.



**Figura 1.18** Pasos del método.

**Temperatura de ebullición**

La temperatura a la cual un líquido se convierte en vapor se conoce como *temperatura de ebullición* y depende de la presión. Sin embargo, esta propiedad no tiene relación con la cantidad de materia. Si estás al nivel del mar, la temperatura de ebullición del agua es de 100 °C, pero a mayor altura la temperatura de ebullición disminuye, porque la presión atmosférica es menor (figura 1.19). La temperatura a la que hierve el agua a diferentes alturas impacta, por ejemplo, nuestra forma de cocinar. Como el agua hierve a mayor temperatura al nivel del mar, los alimentos se cuecen más rápido.



**Figura 1.19** A medida que aumenta la altura, la presión atmosférica disminuye. Si quisieras hervir agua en la cima de Monte Everest, ésta herviría a una temperatura de 71 °C.



**Experimenta: ¿El agua hierve a la misma temperatura si su cantidad es diferente?**

**Introducción**

Hagan una predicción. ¿Consideran que la temperatura de ebullición varía de acuerdo con la cantidad de masa de agua?, ¿a qué temperatura esperarían que hirvieran 10, 100 y 1000 ml de agua?

**Material**

- Dos ollas de peltre o aluminio con capacidad de 1 l de agua, aproximadamente
- Agua de la llave
- Dos vasos de vidrio
- Estufa
- El termómetro que usaron en la actividad anterior

**Perspectivas**

Ya conoces que la presión se define como la fuerza ejercida sobre un área determinada:  $P = F/A$ . Puedes pensar la presión atmosférica como el peso (que es una fuerza) del aire atmosférico ejercido sobre un área determinada, por ejemplo un metro cuadrado. Hay más aire por encima de esa área al nivel del mar que por encima de la cima del Everest, y disminuye de forma paulatina hasta llegar al espacio.

**Método**

1. Pongan a calentar un vaso de agua en una de las ollas y dos vasos en la otra.
2. Cuando el agua de cada olla empiece a hervir, tomen la temperatura y registrenla en su cuaderno. El termómetro no debe tocar el fondo ni las paredes de la olla.

**Análisis de resultados y conclusiones**

1. ¿Cuál fue la temperatura de ebullición del agua en cada olla?
2. ¿La temperatura de ebullición depende de la masa de agua?
3. ¿Se cumplió su predicción?, ¿por qué?
4. Compartan sus respuestas con otros equipos y escriban una breve conclusión en su cuaderno.

**Viscosidad**

La *viscosidad* es otra propiedad intensiva, es decir, no tiene relación con la cantidad de materia, y es una medida de la resistencia a fluir que tiene un líquido. Mientras más viscoso sea éste, menos fluirá (figura 1.20). También se puede observar la viscosidad si dejamos caer un objeto para que se hunda en diferentes líquidos, éste se hundirá más rápido mientras menos viscoso sea el líquido.

A partir de la experiencia cotidiana, tal vez has notado que la viscosidad varía con la temperatura. Por ejemplo, la miel y otros jarabes fluyen fácilmente si se calientan y los aceites de motor se espesan notablemente en los días fríos, lo que afecta el rendimiento de los automóviles. En general, la viscosidad de los líquidos disminuye a medida que la temperatura aumenta.



**Figura 1.20** Diferentes líquidos tienen diferentes viscosidades, pero la viscosidad de cada uno no depende ni de su volumen ni de su masa.

**Actividad**

**Predice: ¿Cómo se maneja la viscosidad en la cocina?**

Un chef quiere preparar tres litros de miel con aroma a naranja, para lo cual adicionará esencia de azahar a la miel. En su experiencia, no es fácil mezclar ingredientes con la miel, dada su alta viscosidad (y la poca potencia de su vieja batidora).

Decide entonces separar los tres litros en porciones de un litro cada una y mezclarlas con la esencia de azahar por separado, a fin de que su batidora no se sobrecaliente (figura 1.21).

Contesta con un compañero las siguientes preguntas.

1. ¿Qué clase de propiedad es la viscosidad?
2. ¿Cuál volumen de miel consideran que le cueste menos trabajo a la batidora: un litro o tres? ¿Por qué?
3. ¿Qué le recomendarían al chef si les preguntara cómo facilitar la mezcla de la miel con la esencia? Comenten sus respuestas con el resto del grupo. Asegúrense de argumentar cualquier propuesta.



**Figura 1.21** En ambos casos (tres litros o un litro), las espas de su batidora se sumergen por completo.

**Solubilidad**

Seguramente has visto que cuando añades aceite al agua, éstos no se mezclan entre sí, y que cuando añades azúcar al agua, el azúcar se disuelve. A la sustancia que disuelve se le conoce como *disolvente* y a la sustancia disuelta se le llama *soluto*. A la capacidad de una sustancia para disolverse en otra se le llama *solubilidad*, es también una propiedad intensiva, es decir, no depende de la cantidad de materia; ya que, en un cierto volumen de disolvente a una temperatura dada, siempre se disolverá la misma cantidad de un soluto. El grado en el que una sustancia puede disolverse en otra es una característica propia de ésta, que la identifica.

Generalmente, los disolventes son líquidos y las sustancias que se disuelven pueden ser sólidos (como la sal, figura 1.22), líquidos (como el alcohol) o gases (como el dióxido de carbono disuelto en las bebidas gaseosas). Cuando decimos que algo es *insoluble*, significa que no puede mezclarse con el disolvente.

Al igual que en el caso de la viscosidad, la temperatura afecta la solubilidad de las sustancias. Al aumentar la temperatura se incrementa la solubilidad de la mayoría de los sólidos. Lo contrario ocurre con los gases que se disuelven en líquidos, al incrementar la temperatura disminuye su solubilidad. A una disolución que tiene la máxima cantidad de soluto posible se le llama *disolución saturada*.



**Figura 1.22** Para preparar salmuera, agua con mucha sal que se usa como conservador, se aprovecha que esta sustancia es soluble en agua.

**Experimenta: ¿Cómo cambia la solubilidad en función de la cantidad de materia?**

**Introducción**

Plantea una hipótesis que relacione la cantidad de aceite con su solubilidad (figura 1.23).

**Material**

- Un vaso de precipitados de 500 ml
- Un juego de cucharas medidoras
- Aceite de cocina (de cualquier tipo)
- Un gotero
- Agua destilada
- Sal

**Método**

1. Viertan 400 ml de agua en el vaso de precipitados.
2. Con ayuda del gotero, depositen una gota de aceite en el agua. Observen qué ocurre y registrenlo.
3. Llenen al ras la cuchara medidora de menor volumen con aceite. Viertan el aceite de un solo movimiento en el agua. Observen qué ocurre y registrenlo.
4. Repitan el paso tres con cada una de las cucharas medidoras restantes.

**Análisis de resultados y conclusiones**

Reúnanse en parejas y discutan las siguientes preguntas:

1. ¿Cuál fue el efecto del volumen de aceite sobre su solubilidad en agua? ¿Alguno de los volúmenes de aceite se disolvió?
2. ¿Concuerda esto con lo que hemos visto sobre la solubilidad como propiedad intensiva?
3. ¿Qué ocurriría si en lugar de aceite usáramos diferentes cantidades de sal? Investíguenlo.
4. ¿Qué ocurriría si aumentáramos la temperatura del agua, por ejemplo, a 50 °C?
5. Compartan sus respuestas con otros equipos.



**Figura 1.23** En una vinagreta puedes observar los diferentes componentes: el aceite hasta arriba porque es menos denso que el agua. Luego la parte líquida en el medio y al fondo los sólidos.

**Densidad**

La *densidad* es una propiedad física de la materia que también es intensiva. Como las anteriores, esta propiedad no tiene relación con la cantidad de materia. Se refiere a qué tanta masa tiene cierto volumen de un objeto. Por ejemplo, un vaso de *unicel* es menos denso que un vaso de vidrio del mismo volumen porque tiene menos masa.

La definición matemática de la densidad es:

$$\text{densidad} = \frac{\text{masa}}{\text{volumen}}$$

¿Puedes determinar la densidad de algunos objetos?

**Experimenta: ¿Cómo cambia la densidad en función de la cantidad de materia?**

**Introducción**

Hasta ahora vimos que las temperaturas de fusión y ebullición, la viscosidad y la solubilidad no dependen de la cantidad de materia, ¿cómo consideran que dependa la densidad de la cantidad de materia? En equipos planteen una hipótesis que prediga qué le ocurre a la densidad conforme la cantidad de materia aumenta o disminuye.

**Material**

- Esferas de unicel de tres diferentes tamaños
- Plastilina
- Una palangana de plástico o aluminio
- Agua de la llave
- Balanza
- Juego de escuadras

**Método**

Registren sus observaciones y resultados en su cuaderno.

1. Determinen con la balanza la masa individual de las esferas de unicel.
2. Midan el diámetro de las esferas como se muestra en la figura 1.24, y calculen su volumen utilizando la fórmula siguiente donde *V* es el volumen de la esfera y *d* su diámetro.

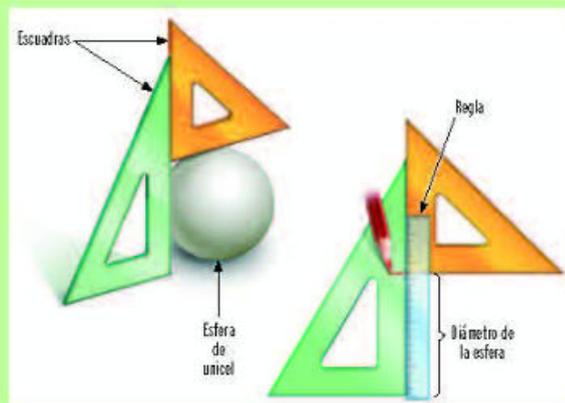


Figura 1.24 Procedimiento propuesto para medir el diámetro de una esfera.

$$V = \frac{1}{6} \pi d^3$$

3. Con la fórmula de la densidad, calculen esta propiedad para cada una de las esferas. Exprésenla en g/ml.
4. Coloquen cada una de las esferas en el agua dentro de la palangana. Observen cuál o cuáles flotan.
5. Ahora preparen esferas de plastilina con el mismo volumen que las de unicel. Midan su peso y calculen su densidad (expresenla en g/ml).
6. Coloquen las esferas de plastilina en el agua y observen qué ocurre.

**Análisis de resultados y conclusiones**

1. ¿Cuál es la relación entre la densidad y el que las esferas se hundan o floten?
2. ¿Cuál es la relación entre la densidad y la cantidad de materia?
3. ¿Se confirma o se refuta lo que hemos dicho sobre las propiedades intensivas, específicamente sobre la densidad?

En química, la densidad de las sustancias suele compararse con la densidad del agua, que es 0.997 g/ml a 25°C. Esto quiere decir que 1 ml de agua tiene una masa de 0.997 gramos, y para propósitos prácticos, podemos decir que 1 g de agua ocupa un volumen de 1 ml. ¿Cómo se aprovecha la densidad en la pesca o el transporte marítimo? (figura 1.25).



Figura 1.25 El hecho de que algunos materiales floten en agua se aprovecha para construir balsas y otros objetos.

**Actividad**

**Reflexiona: ¿Tiene relación la química con la cocina?**

Lee el texto y responde.

Una de las tendencias culinarias más modernas es la gastronomía molecular, que consiste en introducir, en las cocinas de los restaurantes, sustancias, aparatos y técnicas de uso cotidiano en los laboratorios de investigación científica. Entre los “ingredientes” más populares se cuenta el nitrógeno líquido, que se usa para enfriar alimentos y platillos a temperaturas imposibles de conseguir con medios culinarios convencionales. El propósito último de los chefs es presentar los alimentos de manera inusitada, sorprendiendo al comensal con sabores y texturas asombrosas. El ejemplo de una receta —original del chef Pablo Salinas, en Toluca— se incluye a continuación. Léela y contesta las preguntas que la acompañan.

Requiere los siguientes ingredientes: esfera helada de nata, polvo de concha, galleta blanca y chocolate de mesa (figura 1.26).

“Es una interpretación del ‘sopear’ una concha en chocolate caliente mientras se acompaña con nata. La nata se introduce a un globo de látex y se cierra; éste, a su vez, se sumerge en nitrógeno líquido —a -197.79 °C— y se va girando en él, formando en el interior una esfera. Al llegar a la mesa, se sirve encima una salsa de nube, consecuencia de la tremenda y rápida condensación de vapor que se produce sobre el alimento por las temperaturas tan bajas.”

Fuente de la receta: [www.edutics.mx/4vb](http://www.edutics.mx/4vb) (consulta: 21 de enero de 2019).



Figura 1.26 Esfera helada de nata, polvo de concha, galleta blanca y chocolate de mesa.

¿Qué opinas de la gastronomía molecular? ¿Se te antoja probar un platillo como éste? Dado lo que aprendiste, ¿qué recomendaciones de seguridad harías a un comensal intrépido?

**Actividad de cierre**

**Concluye: ¿Por qué flota el hielo?**

Es momento de que reflexiones sobre las preguntas del inicio de esta secuencia.

1. ¿Cuáles de las propiedades que estudiaste en esta secuencia consideras relevantes para estudiar el derretimiento del hielo de los casquetes polares?
2. ¿Cuál es la importancia de realizar mediciones precisas y exactas de lo que ocurre en el Ártico y en la Antártida con el hielo?
3. Con lo que has aprendido sobre densidad, explica por qué el hielo flota en el agua. Esta característica del hielo es muy importante, ya que permite la vida en el fondo del océano, aunque la superficie esté congelada.

**Aprendizajes logrados**

Puedes clasificar a los materiales de acuerdo con su estado de agregación; identificas a) la relación del estado de agregación con las condiciones físicas del medio (presión y temperatura), b) las propiedades extensivas de la materia (masa y volumen); y c) las propiedades intensivas de la materia (temperatura de fusión y ebullición, densidad, viscosidad, solubilidad). Asimismo, puedes explicar por qué es importante la medición y observación de las propiedades de los materiales.

**Perspectivas**

Recuerda que al final del bloque realizarás un proyecto de integración y aplicación de lo que hayas aprendido.

Las siguientes preguntas te pueden orientar para elegir el tema que más te interese.

- ¿Cuáles son las propiedades físicas de la sal?
- ¿Cuáles son las propiedades físicas del agua?
- ¿Cómo se pueden aprovechar las propiedades físicas de la sal para su extracción del agua salada?

# Experimentación con mezclas

## Mezclas homogéneas y heterogéneas

### Aprendizajes esperados

- Identifica los componentes de las mezclas y las clasifica en homogéneas y heterogéneas.
- Identifica la relación entre la variación de la concentración de una mezcla (porcentaje en masa y volumen) y sus propiedades.
- Deducir métodos de separación de mezclas con base en las propiedades físicas de sus componentes.

Si pudieras ver a simple vista de qué están hechas las cosas que te rodean, te percatarías de que la gran mayoría son mezclas de dos o más sustancias. El conocimiento que la humanidad ha ido adquiriendo acerca de las mezclas ha sido de gran importancia para la tecnología y la civilización. Uno de los grandes descubrimientos del ser humano neolítico fue el cobre, material que se obtuvo calentando minerales para separar uno de sus componentes. Otro descubrimiento, como viste en la secuencia 1, fue el bronce, una mezcla de cobre y estaño, más dura y resistente que el cobre. Determinar la proporción exacta de ambos metales era crucial para obtener bronce de alta calidad, con el que se fabricaron utensilios y armas que sirvieron para construir imperios.



Figura 1.27 En el Códice de la Cruz-Badiano se describen e ilustran algunas plantas medicinales que utilizaban los mexicas.

### Actividad de inicio

#### Reflexiona: ¿Cómo sabes que algo es una mezcla?

Lee el texto.

En la Antigüedad las sustancias se podían clasificar de acuerdo con sus propiedades curativas o medicinales. Las plantas, como todos los seres vivos, están formadas por una mezcla de miles de sustancias, algunas de las cuales resultan tener efectos medicinales. Como recordarás de tu curso de Ciencias 1, de esta clasificación se encargaba la *herbolaria*, una práctica ancestral.

En Mesoamérica, la tradición de la herbolaria tiene por lo menos 3500 años de antigüedad. Buena parte de este saber está registrado e ilustrado en el *Códice de la Cruz-Badiano* (1552) (figura 1.27), del médico náhuatl Juan de la Cruz y traducido al latín por Juan Badiano, aunque el conocimiento herbolario también sobrevive en la tradición oral transmitida de generación en generación. En la actualidad, el conocimiento herbolario es utilizado por las compañías farmacéuticas que cuentan con equipos multidisciplinarios de botánicos, taxónomos (especialistas en clasificar organismos vivos), antropólogos, químicos y médicos dedicados a descubrir, desarrollar y recetar nuevas sustancias, basadas en la herbolaria, con efectos terapéuticos, motivados por el resurgimiento de enfermedades que se creían controladas (como la tuberculosis) o la aparición de nuevas enfermedades (como la gripe aviar).

Reúnanse en grupos y discutan lo siguiente.

1. ¿Cómo saben que un material es una mezcla?
2. ¿Cuáles de los objetos que utilizan diariamente son mezclas? Den tres ejemplos.
3. Investiguen en sus hogares cuántos y cuáles remedios de herbolaria conocen. ¿Cuántos utilizan en su familia?
4. ¿Cuál es la diferencia entre utilizar una hierba medicinal para curar una enfermedad y utilizar un medicamento cuyo principio activo (la sustancia que cura) se extrajo y se vende como cápsulas por una compañía farmacéutica?

## Las mezclas y sus componentes

¿Alguna vez has leído una receta de cocina? Una de las instrucciones más comunes en las recetas dice “mezcla estos ingredientes...”. Nosotros preparamos mezclas frecuentemente: cuando te lavas las manos y mezclas el jabón con el agua, cuando preparas agua de limón y cuando preparas una ensalada, por ejemplo.

Casi todos los materiales que nos rodean son *mezclas*; incluso la mayoría de los ingredientes que utilizas en las recetas son mezclas, como el huevo, el chocolate, la harina, la carne y las salsas (figura 1.28).

Las mezclas tienen varias características que las distinguen:

- Los componentes de la mezcla retienen su identidad. Por ejemplo, si mezclas agua con sal, la sal seguirá siendo sal y el agua, agua.
- Su composición puede ser variable. Un ejemplo es el agua de limón, hay quienes la prefieren más ácida, es decir, con más limón, y hay quienes la prefieren más dulce, con más azúcar. Tú puedes variar la cantidad de limón y de azúcar para prepararla como te guste, y de todas maneras sigue siendo agua de limón.
- Se pueden separar por métodos físicos, dependiendo de las propiedades y el estado de agregación de la mezcla y de sus componentes, como verás más adelante, por ejemplo, calentando, filtrando, por medio de imanes (si algunos componentes tienen propiedades magnéticas), destilando, entre otros. Al preparar café, separas el grano molido del líquido utilizando un filtro.

Dependiendo de sus *componentes*, las mezclas pueden tener diferentes estados de agregación, como se muestra en la tabla 1.2.



Figura 1.28 Cuando compras un producto, fíjate en la etiqueta. Verás que contiene varios ingredientes. Esto implica que dicho producto es una mezcla.



Fase dispersa	Medio continuo	Mezcla
Gas	Gas	Aire (oxígeno y otros gases disueltos en nitrógeno)
Líquido	Gas	Aerosoles de partículas líquidas: neblina, niebla, vapor, <i>spray</i> para el cabello
Sólido	Gas	Aerosoles de partículas sólidas: humo, nubes, partículas suspendidas, polvo
Gas	Líquido	Espuma líquida: crema batida, crema de rasurar
Líquido	Líquido	Leche, mayonesa, crema de manos
Sólido	Líquido	Azúcar en agua, tinta, sangre, lodo
Gas	Sólido	Poliestireno, piedra pómez, esponjas secas
Líquido	Sólido	Amalgamas (mercurio en oro), agar, gelatina, gel de sílice, ópalo, esponjas mojadas
Sólido	Sólido	Aleaciones, vidrio de color rojo, grava, granito

**Fase dispersa.** El(los) componente(s) de una mezcla que se encuentra(n) en menor cantidad.

**Medio continuo.** Componente de la mezcla que se encuentra en mayor cantidad.

### Actividad

#### Reflexiona: ¿Puedes identificar los componentes de las mezclas?

Reflexiona sobre las características de las mezclas que acabas de leer.

1. Elige un ejemplo de mezcla y describe en tu cuaderno cómo cumple con cada una de las tres características acerca de las mezclas que leíste en el texto anterior.
2. Identifica los componentes de la mezcla, distinguiendo la fase dispersa y el medio continuo. Comparte con algunos compañeros tus reflexiones y pide a tu maestro que valide tu trabajo.



**Figura 1.29** Las rocas también son una mezcla heterogénea, en algunas puedes ver vetas de metales, como el oro.

### Clasificación de las mezclas

Ahora veremos cómo se clasifican las mezclas y algunas de sus propiedades.

Hay algunos materiales que evidentemente son mezclas porque podemos distinguir las partes que los forman. Por ejemplo una ensalada, la arena que encuentras en la playa o las vinagretas. A estas mezclas se les conoce como *mezclas heterogéneas* (figura 1.29). La palabra heterogénea viene del griego *hetero*, que significa “otro”, y *genos*, que significa “clase o tipo”.

Por otro lado, hay materiales que, aunque son mezclas, no podemos distinguir sus componentes y les llamamos *mezclas homogéneas* (del griego *homos*, que significa “el mismo”, y *genos*, que significa “clase o tipo”). Tal es el caso del agua con sal, la leche y la cerámica. Un tipo de mezcla homogénea muy común son las *disoluciones*. En éstas una sustancia, llamada *soluto*, está disuelta en otra que está presente en mayor cantidad, llamada *disolvente*. Por ejemplo, el azúcar y el jugo de limón en el agua de limón serían los solutos, mientras que el agua sería el disolvente. ¿Qué mezclas preparas de manera cotidiana? ¿Cuáles son homogéneas y cuáles heterogéneas?



### Perspectivas

El cálculo de porcentajes es una actividad indispensable en la vida cotidiana, por ejemplo, para calcular una propina o saber si un descuento en una tienda vale la pena.

En tus cursos de Matemáticas seguramente ya has visto cómo calcular un porcentaje. Hay más de una manera de expresar un porcentaje, además de adicionar el símbolo de % a un número entre 1 y 100. También se puede expresar en fracciones y notación decimal. ¿Cómo expresarías 33% en fracciones y en notación decimal?

### Concentración de las mezclas: porcentaje en masa y volumen

Como mencionamos arriba, las mezclas tienen una composición variable, es decir, se puede variar la proporción o concentración de sus componentes. Cuando hablamos de concentración nos referimos a la abundancia de un componente en relación con el total de la mezcla.

Como recordarás de tus clases de matemáticas, porcentaje significa “por cien”, es decir, si tenemos 100 unidades, ¿a qué proporción corresponde cierto componente? Los químicos estudian cuál es la composición y concentración de las mezclas y, de acuerdo con esto, cómo se afectan sus propiedades. A continuación veremos una forma útil de expresar la concentración de los componentes en una mezcla: el *porcentaje*.

### Porcentaje en masa, % m/m

El *porcentaje en masa* (% m/m) es una manera de representar la concentración de uno de los componentes en una mezcla, es decir, cuánta fracción de la masa de una mezcla corresponde a cierto componente. Se calcula dividiendo la masa del componente en cuestión, ( $m_1$ ) entre la masa total ( $m_t$ ) de la mezcla y multiplicando por 100:

$$\% m/m = \frac{m_1}{m_t} \times 100$$

Por ejemplo, el agua de mar tiene una salinidad (cantidad de sal disuelta) de 3.5% aproximada en masa, es decir, por cada 100 g de agua de mar 3.5 g son de sal.

Otro ejemplo: un refresco de cola comercial de 600 ml (que equivale aproximadamente a 600 g) contiene 63 g de azúcar, es decir, 10.5% en masa. Usando la fórmula:

$$\% m/m = \frac{63 \text{ g}}{600 \text{ g}} \times 100 = 10.5\%$$



### Actividad

**Calcula:** ¿Cómo sabes la concentración en porcentaje en masa y qué importancia tiene?

- Resuelve con un compañero los siguientes puntos.
  - Si quieren preparar 100 g de una disolución con 8% en masa de azúcar, ¿cuántos gramos de azúcar y cuantos gramos de agua necesitan?
  - Si les piden preparar 25 g de una disolución con una salinidad igual a la del agua de mar para trabajos de investigación en un acuario, ¿cuánta sal tendrían que agregar?

2. En plenaria, reflexionen sobre lo siguiente.

El cuidado en el cálculo de la concentración de las disoluciones es muy importante. ¿Te imaginas qué le podría pasar a la salud de un paciente si un medicamento tuviera tres veces más o menos de la sustancia activa? ¿Qué crees que pasaría? O, sobre algo más cotidiano, ¿qué opinarías si te vendieran un kilo de carne molida con almidón de maíz al 50% m/m sin que te avisaran?

Para preparar la disolución del ejercicio anterior, tendrías que pesar la cantidad de sal que determinaste y agregar agua hasta alcanzar una masa total de 25 g.

### Porcentaje en volumen, % V/V

De algunos componentes, especialmente de los líquidos, puede medirse su volumen fácilmente en lugar de pesarlos. Entonces, otra forma de expresar la concentración es el *porcentaje en volumen* (% V/V).

El porcentaje en volumen se calcula dividiendo el volumen del componente ( $V_{\text{soluto}}$ ) entre el volumen total de la disolución ( $V_{\text{disolución}}$ ) y multiplicando por cien:

$$\% V/V = \frac{V_{\text{soluto}}}{V_{\text{disolución}}} \times 100$$

Fíjate que tienes que dividir entre el *volumen total de disolución* y no entre el *volumen de disolvente*.

Un ejemplo muy común de concentración en porcentaje en volumen es el alcohol que compras en la farmacia para desinfectar. Éste tiene una concentración de 70% en volumen. Esto quiere decir que, por cada litro, 700 ml son de alcohol y a éstos se les añade suficiente agua para completar 1000 ml totales. Cuando preparas una disolución de este tipo, se mide el volumen del soluto (en este caso el alcohol) y se completa el volumen total en un matraz aforado (figura 1.30), que, como viste en el curso de Física, es un material de laboratorio especialmente diseñado para medir el volumen final de las disoluciones.

Las propiedades de las mezclas cambian de acuerdo con la concentración de los solutos que contienen. Tomemos por ejemplo las bebidas azucaradas. Como has estudiado en tus cursos anteriores, en el *Plato del Bien Comer* se indica que debes consumir sólo pequeñas cantidades de azúcar. Sin embargo estas bebidas contienen una gran cantidad de ésta. Consumir jugos de frutas es saludable, pero algunos contienen también mucha azúcar y no contienen la fibra que sí tiene la fruta entera.



**Figura 1.30** Existen matraces aforados de distintos volúmenes. La línea en el cuello del matraz indica el volumen total de la disolución.



**Actividad**

**Analiza y calcula: ¿Cuál es la concentración de azúcar de diferentes bebidas expresada como porcentaje en volumen?**

Con un compañero resuelve.

- Comparen las temperaturas de ebullición del agua (100 °C), agua de mar (100.7 °C) y salmuera, es decir, agua con sal con una concentración mayor que la del agua de mar (108 °C).
  - ¿Por qué las tres tienen diferentes temperaturas de ebullición si todas tienen como ingrediente principal el agua?
  - ¿Cómo varían las propiedades de la mezcla conforme cambia la concentración de sal? Tengan presente que el agua potable tiene una concentración de sal (cloruro de sodio) no mayor a 1 g/l, el agua de mar de 35 g/l y la salmuera de hasta 260 g/l.
- Grafiquen el cambio en el punto de ebullición contra la concentración de sal.
- En la tabla 1.3 se presenta la cantidad de azúcar que tiene una lata de 355 ml de diferentes bebidas. Para mayor facilidad supondremos que todas tienen una densidad igual a la del agua y por lo tanto 355 ml equivalen a 355 g.

**Tabla 1.3 Cantidad de azúcar por lata de algunas bebidas**

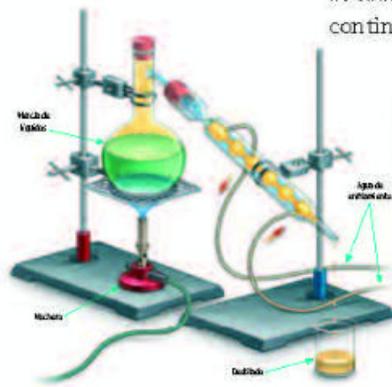
	Refresco de cola	Jugo de naranja	Jugo de manzana	Jugo de arándano	Jugo de uva
Azúcar	40 g	33 g	39 g	37.5 g	58.5 g

- ¿Cuál bebida es más dulce?
  - ¿Cuál es el porcentaje en masa de azúcar de cada una de ellas?
4. Entre todo el grupo respondan. ¿Cuáles de estas bebidas consumen habitualmente? ¿Consideran la cantidad de carbohidratos que aportan a su dieta?

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

Las mezclas pueden separarse en sus componentes utilizando métodos físicos, es decir, aquellos en los que no ocurre una transformación de la materia. Esto es posible debido a que, cuando se mezclan, dichos componentes no reaccionan químicamente y, por ende, conservan sus propiedades físicas, que además son diferentes de un componente a otro. Por ejemplo, si mezclamos agua y sal veremos que la sal parece desaparecer. En realidad no desaparece. Si evaporáramos el agua calentándola, recuperaríamos la sal que mezclamos.

El método de separación apropiado para cada caso dependerá de las propiedades físicas de cada componente mezclado, algunas de las cuales ya se mencionaron y describimos a continuación en la tabla 1.4.



**Tabla 1.4 Métodos de separación de mezclas**

**Destilación**

**Figura 1.31** La mezcla se calienta y la sustancia de menor punto de ebullición se evapora. Ésta se condensa en el refrigerante para depositarse en el matraz de la derecha.

Es la separación de dos o más sustancias aprovechando sus diferentes puntos de ebullición (figura 1.31). Por ejemplo, si tienes una mezcla de alcohol etílico (punto de ebullición, 78.4 °C) y acetona (punto de ebullición, 56.3 °C), ésta será homogénea. Debido a la diferencia en la temperatura de ebullición de ambos componentes, la separación se hace calentando la mezcla para evaporar primero la acetona —una sustancia que se usa para despintar las uñas— y después el alcohol. Este procedimiento es muy común en la industria y se usa en la refinación del petróleo.

**Extracción**

Se utiliza para separar dos o más sustancias aprovechando sus diferencias de solubilidad. Por ejemplo, una mezcla de agua y acetona puede separarse añadiendo una cantidad de cloroformo —una sustancia que se usó durante muchos años como anestésico durante las cirugías—. La acetona es soluble en el cloroformo pero el agua no. Por tanto, la acetona será transferida del agua al cloroformo. Como éste no es soluble en agua, puede separarse de ella con otro método como la decantación que se explicará más adelante. Esta técnica se emplea comúnmente en la industria de los alimentos para obtener algunos aromas y sabores de fuentes naturales (figura 1.32).



**Figura 1.32** Al contacto con la mezcla, un solvente como la acetona llevará a cabo la extracción.

**Cromatografía**

Es un método basado en la absorción selectiva de los distintos componentes de una mezcla. Se usa para separar dos o más sustancias, aprovechando sus diferentes afinidades hacia una tercera sustancia. Existen varias técnicas cromatográficas; particularmente, en la cromatografía en papel una muestra de la mezcla que se quiere separar se deja secar sobre una tira de papel filtro, y entonces la tira se coloca dentro de un recipiente que contiene una cierta cantidad de solvente, como se ve en la figura 1.34. El solvente apenas debe tocar la base de la tira. Los pigmentos verdes, rojos y anaranjados de las plantas (llamados clorofilas y carotenoides) pueden separarse entre sí sobre el papel porque todos se adhieren al mismo, pero con afinidades distintas. Cuando el solvente sube por capilaridad por el papel arrastra a las sustancias de la mezcla; las menos afines al papel se desplazan una mayor distancia, las más afines se desplazan menos. Se emplea comúnmente en la industria de los alimentos para obtener algunos aromas y sabores de fuentes naturales y es sencilla porque no requiere de ningún tipo de equipamiento.



**Figura 1.34** Por capilaridad, el solvente avanza por la tira en dirección al borde superior, arrastrando y separando los componentes de la mezcla a su paso.

**Filtración**

Es la separación de una sustancia sólida de una líquida. Por ejemplo, una mezcla de café molido y agua puede hacerse pasar a través de un medio poroso (como el papel filtro de una cafetera) que retenga al sólido pero deje pasar el líquido. Este es uno de los primeros procesos que se utilizan en la preparación del café y de la purificación del agua (figura 1.36).



**Figura 1.36** La mezcla se vierte en el embudo con el papel filtro. El componente líquido de la mezcla atraviesa el papel filtro, dejando atrás el componente sólido.

**Cristalización**

Es la separación de dos o más sustancias aprovechando su capacidad para formar cristales. Por ejemplo, para separar una mezcla de agua y sal, se calienta el agua; conforme ésta se evapora y disminuye su volumen, la concentración de sal de la disolución aumenta hasta que se forman cristales de sal y precipitan en el fondo del recipiente.

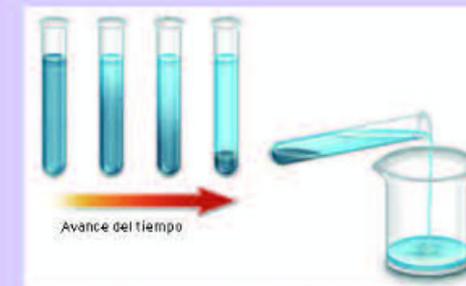
Este procedimiento se emplea en la industria farmacéutica para obtener cristales de las sustancias activas (las que tienen el efecto curativo) (figura 1.33).



**Figura 1.33** Mediante calor uno de los componentes de la mezcla se evapora por completo, dejando los cristales del otro componente de la mezcla.

**Decantación**

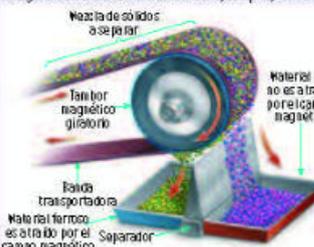
Este proceso se usa para separar dos sustancias aprovechando la diferencia en sus densidades. Por ejemplo, una mezcla de arena y agua puede separarse dejando que la arena se hunda por acción de la gravedad hasta el fondo del recipiente que la contiene. Una vez separados en dos fases, se vierte el agua en otro recipiente, separándola de la arena. La decantación es un proceso de separación sencillo (figura 1.35).



**Figura 1.35** El componente sólido de la mezcla se asienta y después se vierte el componente líquido.

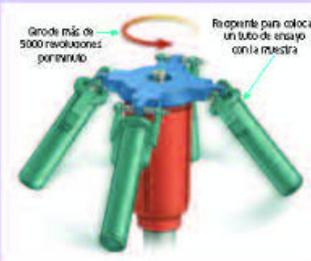
**Separación por magnetismo**

Por medio de esta técnica se separan dos o más sustancias, aprovechando que una de ellas (un metal) es atraída por los campos magnéticos de un imán. Por ejemplo, el hierro adicionado a los cereales de trigo y maíz puede ser atraído hacia un imán para separarlo del resto de los componentes (figura 1.37).



**Figura 1.37** El campo magnético del imán atrae a la sustancia magnética pero no a la que carece de esta propiedad.

**Centrifugación**

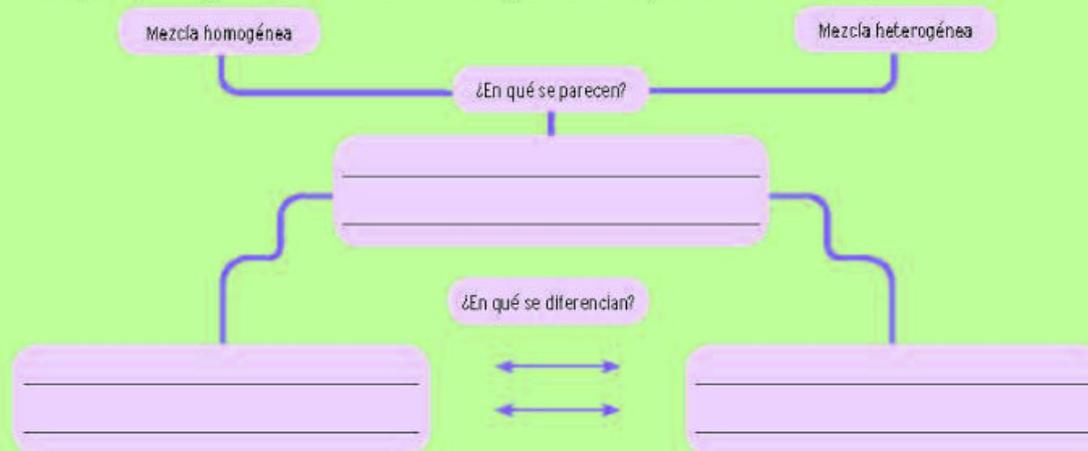


**Figura 1.38** Al girar, la fuerza centrífuga hace más pronunciadas las diferencias de densidad de las sustancias que conforman la mezcla. Las más densas se desplazan al fondo del recipiente, dejando a las menos densas en la superficie.

Esta técnica separa a dos o más sustancias, de acuerdo con sus respectivas densidades, por efecto de una fuerza centrífuga intensa aplicada a la mezcla (la fuerza centrífuga es una fuerza de inercia que aleja del eje de rotación a los cuerpos que giran respecto de ese eje, es decir, los impulsa hacia afuera). Al hacer girar la mezcla a altas velocidades, la diferencia de fuerzas centrífugas de los distintos componentes de la mezcla —que son de diferente densidad— serán más notorias ocasionando su separación. Como la mezcla gira como un todo en torno a un eje, llevará una misma aceleración centrífuga y la fuerza centrífuga será mayor para una masa mayor (densidad mayor), de acuerdo a la Segunda Ley de Newton, depositándose el componente más denso en el fondo del recipiente (figura 1.38).

**Actividad**  
**Analiza y deduce: ¿Qué método utilizarías para separar mezclas homogéneas o heterogéneas?**

En equipo, completen el esquema. Incluyan también cuáles métodos de separación de mezclas son comunes para las mezclas homogéneas y heterogéneas y cuáles son exclusivos de alguno de los dos tipos de mezcla.



Hagan su esquema en una cartulina y preséntenlo al resto del grupo. Comparen sus esquemas con los de sus compañeros.



**Figura 1.39** Según cifras oficiales, hasta el año 2008 existían 1833 plantas de tratamiento de aguas residuales en México.



Antes de terminar, es importante mencionar que la aplicación de las técnicas que hemos descrito no sólo ayuda a separar los componentes de una mezcla (como cuando se busca eliminar algún contaminante); también son útiles para aumentar la concentración de una sustancia que nos interese (figura 1.39). Por ejemplo, la extracción y purificación de la cafeína (sustancia del café y el té) a partir de granos de café u hojas secas de té, involucra varios pasos: 1) extracción sólido-líquido con agua caliente; 2) centrifugación para separar los restos vegetales de la solución; 3) filtración de residuos sólidos más finos; 4) extracción con un solvente orgánico, y 5) evaporación de este solvente. Al final del proceso, la concentración de cafeína en el extracto de volumen reducido es mucho mayor que la existente en las hojas originales, que ocupaban un mayor volumen.

**Actividad**  
**Reflexiona: ¿Cómo puedes aprovechar el agua de tratamiento?**

Lee y responde.

La planta de tratamiento de aguas residuales más grande del país se construye en el municipio de Atotonilco de Tula, Hidalgo. Esta planta busca atender la insuficiente infraestructura para el tratamiento de aguas residuales.

La planta en Atotonilco mejorará las condiciones sanitarias de la población y permitirá utilizar agua tratada en la agricultura. La localización de esta planta obedece a que las aguas negras del Valle de México descargan en el municipio de Atotonilco de Tula, donde también comienzan los distritos de riego de la región, por lo que será posible el aprovechamiento de las aguas tratadas en la agricultura.

Adaptado de: [www.edutics.mx/4vE](http://www.edutics.mx/4vE) (consulta: 23 de enero de 2019).

1. ¿De quién es la responsabilidad de construir la planta de tratamiento: Atotonilco o la Ciudad de México y sus zonas conurbanas?
2. ¿Qué opinas de usar el agua tratada para la agricultura? ¿Comerías alimentos regados con aguas tratadas si lo supieras?, ¿por qué?

**Te invito a...**

Leer el artículo Zurita Martínez, Florentina, Osvaldo Castellanos Hernández y Araceli Rodríguez Sahagún, "El tratamiento de las aguas residuales municipales en las comunidades rurales de México", en *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, núm. 1, julio-agosto 2011, disponible en [www.edutics.mx/J7Q](http://www.edutics.mx/J7Q) (Consulta: 21 de enero de 2019).

**Actividad de cierre**  
**Aplica: ¿Para qué sirve lo que aprendiste en esta secuencia?**

Es momento de que reflexiones sobre las preguntas del inicio de esta secuencia.

1. ¿Cómo se aplican los métodos de separación de mezclas para la obtención de medicamentos a partir de hierbas medicinales?
2. ¿Cuáles son las ventajas de consumir medicamentos obtenidos a partir de los principios activos de las hierbas medicinales en lugar de consumir estas plantas? Para tu respuesta considera que los principios activos han pasado por un proceso de separación de mezclas.
3. Y al contrario, ¿qué ventaja(s) puede haber en consumir un extracto obtenido directamente de una planta? Argumenta tu respuesta.
4. Anualmente, las compañías farmacéuticas más grandes recaudan enormes ganancias. Muchas de las actividades industriales de estas empresas involucran la separación de mezclas, ya sea que extraigan sustancias de fuentes naturales o purifiquen sustancias que ellos mismos produjeron. ¿Cómo relacionarías estos datos con la nota con la que abrimos esta secuencia, acerca de la herbolaria tradicional mesoamericana? Explica tu respuesta.

Entre todo el grupo lleguen a una conclusión y escríbanla en el pizarrón.

**Aprendizajes logrados**

Ahora puedes identificar los componentes de las mezclas y las clasificas en homogéneas y heterogéneas; identificas también la relación entre la variación de la concentración de una mezcla (porcentaje en masa y volumen) y sus propiedades. Puedes deducir métodos de separación de mezclas con base en las propiedades físicas de sus componentes y elegir el o los métodos más convenientes para separar una determinada mezcla.

Puedes calcular la concentración del componente de una mezcla en porcentaje en masa y en volumen. Puedes aplicar lo que aprendiste al calcular la concentración del componente de una bebida en porcentaje en masa para determinar si es conveniente consumirla.



Responde en tu cuaderno las siguientes preguntas, te pueden orientar para elegir tema de proyecto de investigación al final del bloque.

¿Cuáles métodos de separación de mezclas pueden emplearse para separar la sal del agua?

¿El agua de mar es una mezcla homogénea o heterogénea?

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

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

### 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.

Identificar los componentes de una mezcla, conocer sus proporciones y saber cómo separarlos no son asuntos triviales: bien pueden ser asuntos de vida o muerte. Por ejemplo, preparar un medicamento que sea efectivo y seguro requiere que esas tres actividades se lleven a cabo con altísimos estándares de calidad.

En esta secuencia veremos una situación en la que éstas también son actividades esenciales: la contaminación. Identificar el o los contaminantes a fin de estudiar su toxicidad, conocer sus concentraciones en aire, agua o tierra para estimar el riesgo a la salud y saber cómo separarlos del medio con el objetivo de preservar los recursos naturales y proteger la salud de las personas son tareas en las que la química juega un papel indispensable.



### Actividad de inicio

**Reflexiona: ¿Puedes relacionar la contaminación del aire con las mezclas?**

Lee el texto.

A finales del siglo xx, la Ciudad de México contaba con uno de los aires más contaminados del mundo (figura 1.40). Sin embargo, gracias a medidas tomadas por el gobierno para combatir esta dase de contaminación, los niveles de contaminantes han ido disminuyendo año con año, aun cuando falta mucho por hacer. Para conocer qué pudo haber pasado de no tomar acción, lee la siguiente nota.

### La contaminación del aire: una oscura nube de suciedad envenena ciudades del mundo

De Kabul en Afganistán a Hong Kong en China, de Lima a São Paulo en América Latina, la gente padece cada vez más los efectos tóxicos del esmog.

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS), a los gases tóxicos emitidos por un número creciente de automóviles se suman las emisiones y partículas derivadas de las actividades agrícolas, la quema de madera, carbón y llantas, los tiraderos de basura a cielo abierto, los sitios de construcción y los hornos de ladrillos. La crisis global de la contaminación del aire amenaza con abrumar las economías de los países con el costo de padecimientos cardíacos, respiratorios y vasculares, apoplejías y cáncer.

“La situación es grave, pero no sabemos qué ocurrirá en el futuro, —dijo María Neira, jefa de Salud Pública de la OMS—. Ésta es la primera generación en la historia de la humanidad expuesta a niveles tan altos de contaminantes (figura 3.41). En el



**Figura 1.40** Aunque a distancias cortas la contaminación del aire es imperceptible, algunas veces basta con mirar el horizonte para constatar la nube o nata color gris o café que flota sobre las ciudades.



**Figura 1.41** Vista panorámica del centro de Shanghai. De acuerdo con un estudio publicado en la revista *Nature*, más personas mueren por complicaciones atribuidas a la contaminación del aire que a causa de la malaria y el VIH juntos: 14 millones al año en China, 650 mil en India y 180 mil en Europa.

siglo XIX la contaminación era alta, pero se centralizaba en unos pocos lugares. Ahora un número enorme de personas está expuesta a niveles muy altos. Casi 70% de los habitantes de las ciudades experimentan niveles que exceden los recomendados.”

El problema es más grave en Asia, pero muchas ciudades padecen de esmog en invierno. Milán, Nápoles y Barcelona se declararon en estado de emergencia y prohibieron la circulación vehicular por varios días en la Navidad de 2015. Algunas calles de Londres superaron su límite permitido anual de dióxido de nitrógeno en los primeros días de 2016.

Fuente: Vidal, John, “Air pollution: a dark cloud of filth poisons the world’s cities”, en *The Guardian*, 16 de enero de 2016, disponible en [www.dutics.mx/js5](http://www.dutics.mx/js5) (Consulta: 21 de enero de 2019). (Fragmento traducido).

Reúnanse en grupos y discutan lo siguiente.

1. ¿Qué es la contaminación?
2. ¿Por qué es importante el concepto de “mezcla” para estudiar y entender la contaminación?
3. ¿Por qué es importante conocer la identidad de los contaminantes en el aire, así como la proporción en la que están presentes?

Compartan sus respuestas con otros equipos.

### Componentes de las mezclas como contaminantes

Un material contaminado es una mezcla que, entre sus componentes, contiene una o más sustancias, llamadas impurezas o *contaminantes*, que originalmente le son ajenas. La contaminación con impurezas puede deberse a causas naturales (cuando un volcán hace erupción y arroja cenizas y gases al aire) o artificiales (cuando un automóvil emite humo). Las impurezas pueden ser inofensivas, aunque en muchos casos suponen un riesgo para nuestra salud y bienestar.

Algo que conviene mencionar aquí es que, prácticamente, no existen las sustancias totalmente puras: todas contienen proporciones muy pequeñas de otras sustancias. Observa el aire a tu alrededor, ya sea en tu salón de clases o en tu recámara; seguramente has escuchado que el aire que se respira en las grandes ciudades de la República — como la Ciudad de México, Guadalajara, Monterrey y Tijuana — está muy contaminado; pero, ¿puedes ver alguna impureza en el aire que te rodea? Generalmente las impurezas se encuentran distribuidas (en el aire, en el agua o en el suelo) en pequeñas cantidades, tan pequeñas que resultan imperceptibles para nuestros sentidos; sin embargo, sus *efectos* no lo son, y es común que los habitantes de las grandes ciudades padezcan ataques de asma, bronquitis o enfisema, como sabes de tu curso de Ciencias 1.

Para evaluar la calidad del aire, es decir, conocer la identidad y cantidad de los diferentes contaminantes, se llevan a cabo muestreos periódicos. Con este fin se han

### Te invito a...

revisar el capítulo 6 (o galería como las llama el autor) de la obra de Emsley, John, *Moléculas en una exposición. Retratos de materiales interesantes de la vida cotidiana*, México, SEP-Ediciones Península-Océano, 2005 (Libros del Rincón). En él encontrarás entretenidos ensayos sobre diversas sustancias.



### Perspectivas

De tu curso de Ciencias 1, recuerda, ¿cuáles son las principales afecciones respiratorias a que estamos expuestos?, ¿qué cuidados hay que tener para proteger nuestro sistema respiratorio?



Hora	O <sub>3</sub>	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	CO	PM <sub>10</sub>
1	4	2	15	11	31
2	2	2	14	10	33
3	4	2	12	10	32
4	2	2	11	9	33
5	3	2	9	8	34
6	1	2	10	8	35
7	1	2	11	8	37
8	2	2	12	10	38
9	3	3	14	12	40
10	3	3	21	14	41
11	9	4	21	15	43
12	22	4	23	15	46
13	45	5	23	16	48
14	69	5	21	17	51
15	80	5	23	16	53
16	77	5	18	14	54
17	57	5	15	13	54
18	41	6	12	11	53
Máximos	80	6	23	17	54

Interpretación del IMECA	
IMECA	Condición
0 - 50	Buena
51 - 100	Regular
101 - 150	Mala
151 - 200	Muy mala
>201	Extremadamente Mala
-99	Mantenimiento o falla de equipo

Fuente: SMA, 2016.

**Figura 1.42** El efecto de la contaminación sobre el ser humano depende en gran medida de la cantidad de impurezas o contaminantes presentes, por lo que es indispensable contar con instrumentos muy sensibles para monitorearlos. En la imagen, registro de contaminantes atmosféricos en unidades IMECA (Índice Metropolitano de la Calidad del Aire).

equipado redes de monitoreo de la calidad del aire en varias ciudades del país, integradas por estaciones automatizadas que miden minuto a minuto, los 365 días del año, la concentración de los gases, entre ellos el ozono, los óxidos de nitrógeno, el dióxido de azufre y el ácido sulfhídrico, así como las partículas sólidas suspendidas.

Los datos recabados se envían a una base central donde se almacenan para su posterior análisis y registro histórico y, en caso de ser necesario, adoptar las medidas adecuadas para proteger la salud de la población (figura 1.42).

Aunque dentro del aula o en tu casa no percibas la presencia de impurezas, seguramente las hay. La calidad del aire en espacios interiores es un tema que preocupa porque, aunque se reconocen los efectos negativos de la contaminación atmosférica, suele ignorarse que la contaminación de interiores también puede causar serios problemas de salud e incluso la muerte.

Según estudios científicos, los niveles de algunos contaminantes (como los usados como ingredientes de pinturas, barnices, ceras, líquidos de limpieza y desinfectantes, cosméticos y desengrasantes) pueden llegar a ser de dos a cinco veces —y en raras ocasiones hasta 100 veces— más altos en interiores que en exteriores. Además, la gente suele pasar hasta 90 por ciento de su tiempo dentro de algún inmueble, lo que potencia el efecto nocivo.

**IMECA (Índice Metropolitano de la Calidad del Aire).** Escala de niveles de contaminación creada con la finalidad de que la población en general conozca y comprenda los niveles de contaminación existentes en el aire, de acuerdo con su capacidad para ocasionar malestar o enfermedad en el ser humano.

**Actividad**

**Analiza y compara: ¿Está contaminado el aire en tu casa?**

1. Enlista los espacios de tu casa (cocina, baño o letrina, recámaras, sala-comedor, etcétera) y, para cada uno, piensa qué contaminantes se producen como resultado de las actividades normales de quienes viven contigo.
2. Compara la lista con algunos de tus compañeros y completa la tuya si es necesario.
3. Durante una semana, observa las actividades que se llevan a cabo en tu casa. Coféjalas con tu lista y decide cuáles contaminantes podrían representar un riesgo para los habitantes de tu casa (aunque actualmente no lo sean). ¿Por qué crees que representan un riesgo potencial? Investiga en la biblioteca o en internet las características de estos contaminantes y sus efectos sobre el organismo.
4. Elige uno de los contaminantes. Con lo que has aprendido sobre las características de las mezclas y cómo separarlas, diseña una secuencia de pasos, eligiendo las técnicas de separación adecuadas, que podrían ayudarte a separar el contaminante que elegiste de las mezclas sólidas, líquidas o gaseosas que se producen, o existen en tu casa.
5. Con tu equipo, reflexiona sobre lo que dice el siguiente texto y escriban una conclusión. Estamos acostumbrados a que sean otros —el gobierno, los científicos— quienes monitoreen la contaminación en nuestras comunidades. Rara vez, si no es que nunca, nos preguntamos qué pasa con la contaminación al interior de nuestros hogares.

**Toma de decisiones relacionada con: Concentración y efectos**

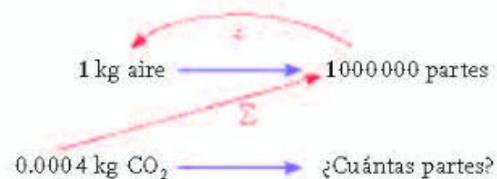
La detección y medición de la magnitud de los contaminantes es una de las tareas a las que se ha abocado con éxito la química. Gracias a diversos aparatos (específicamente, espectrofotómetros infrarrojo y ultravioleta) (figura 1.43) hoy podemos conocer tanto los efectos en la salud (problemas respiratorios como bronquitis, neumonía y alergias) de las sustancias contaminantes (partículas sólidas, óxidos de nitrógeno, monóxido de carbono, dióxido de azufre, ozono, entre otros) sobre nuestro cuerpo y el ambiente, así como sus niveles a nuestro alrededor. Para poder reconocer cuándo la cantidad de un contaminante es peligrosa para el ser humano, se utilizan unidades de concentración que permiten comparar las magnitudes. También es posible saber cuándo una sustancia está más contaminada que otra.



**Figura 1.43** Espectrofotómetro infrarrojo y ultravioleta.

El porcentaje (%) es una de las formas más comunes de expresar la cantidad de una impureza con respecto a la cantidad de sustancia que contamina. Así, si decimos que en el aire hay 0.04% en masa de dióxido de carbono, significa que por cada kilogramo de aire hay 0.4 gramos del gas. Como puedes ver, la cantidad es muy pequeña en comparación con la cantidad total de aire. Para manejar fácilmente cantidades pequeñas de contaminantes en proporción con la muestra, se inventó una unidad llamada *partes por millón (ppm)*. Esta unidad indica cuántas unidades de una sustancia existen en un millón de unidades totales. Por ejemplo, una ppm de plomo en agua significa un miligramo de plomo en un millón de miligramos de agua, lo que equivale a un kilogramo de agua.

¿A cuántas ppm corresponden esos 0.4 g de dióxido de carbono en 1 kg de aire? Para calcular esta concentración en ppm sólo tienes que considerar que un kilogramo de aire corresponde al millón de partes totales y entonces, a través de una proporción, calcular a cuántas partes corresponden los 0.4 g, equivalentes a 400 mg o 0.0004 kg (es indispensable que no mezcles unidades y manejes sólo una, como kilogramos):

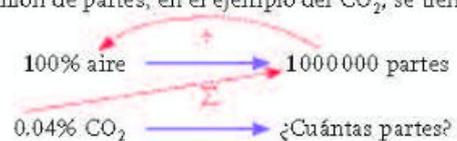


o, en forma de ecuación:

$$\text{ppm CO}_2 = \frac{0.0004 \text{ kg CO}_2 \times 1\,000\,000 \text{ partes}}{1 \text{ kg aire}} = 400 \text{ ppm CO}_2$$

Con base en lo anterior se puede generalizar y decir que 1 mg/kg de una sustancia disuelta en otra es equivalente a una parte por millón. Para el caso de sustancias disueltas en agua, ya que un mililitro de agua pesa aproximadamente 1 gramo, una ppm es equivalente a 1 mg/l.

También se pueden calcular las ppm a partir del porcentaje: se asume que 100% corresponde a un millón de partes; en el ejemplo del CO<sub>2</sub>, se tiene:



O, en forma de ecuación:

$$\text{ppm CO}_2 = \frac{0.04\% \text{ CO}_2 \times 1\,000\,000 \text{ partes}}{100\% \text{ aire}} = 400 \text{ ppm CO}_2$$

**Actividad**

**Calcula e identifica: ¿Sabes expresar concentraciones pequeñas en diferentes unidades para compararlas?**

A partir de la información del siguiente texto, calcula con tu equipo la concentración de ortofosfatos en ppm y elabora una gráfica de barras que ilustre los resultados. Consideren que 1 µg (microgramo) es igual que 0.001 mg (miligramo), y que es igual a 0.000001 g (gramo).

Los ortofosfatos son sustancias que contienen el elemento fósforo (P) y que se emplean como fertilizantes para que las plantas de interés agrícola como el maíz cuenten con los minerales necesarios para su germinación, crecimiento y desarrollo. Sin embargo, una vez diseminados sobre los campos de cultivo, la lluvia los arrastra hasta depositarlos en los mantos freáticos, ríos, lagunas, esteros, mares y océanos. En estos cuerpos de agua, los ortofosfatos

envenenan la fauna y la flora, llegando en muchas ocasiones a eliminarlas por completo (figura 1.44).

La tabla 1.5 contiene información acerca de la cantidad de ortofosfatos en diferentes cuerpos de agua de la República Mexicana.

**Tabla 1.5 Concentración de ortofosfatos en ríos y lagos de México en los años 1990 y 2004**

Cuerpo de agua	1990	1990	2004	2004
	Concentración	Partes por millón	Concentración	Partes por millón
Lago de Chapala	0.24 mg/l		0.64 mg/l	
Lago de Pátzcuaro	0.000.00 mg/ml		0.000.01 mg/ml	
Río Balsas	0.000.06 g/l		0.000.30 g/l	
Río Colorado	0.000.000.62 kg/l		0.000.000.04 kg/l	
Río Lerma	0 µg/l		920 µg/l	
Río Grijalva	0.28 mg/l		0.00 mg/l	
Río Pánuco	0.000.05 mg/ml		0.000.00 mg/ml	

**Figura 1.44** Los fertilizantes que contienen ortofosfato pueden llegar a cuerpos de agua y a pozos de agua potable al ser arrastrados por la infiltración del agua de lluvia y las corrientes subterráneas, en el sentido que indican las flechas.

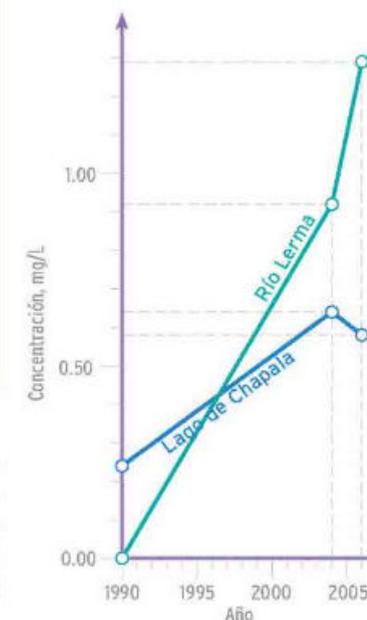
Fuente: Compendio de estadísticas ambientales 2010 de la Semarnat, [www.edutics.mx/4vfr](http://www.edutics.mx/4vfr) (consulta: 21 de enero de 2019).

Analicen su gráfica y respondan.

1. ¿Cuáles cuerpos de agua eran los más contaminados en 1990? ¿Y en el 2004? ¿A cuánto asciende en ellos la concentración de ortofosfatos en ppm?
2. ¿Cuáles eran los menos contaminados en 1990? ¿Y en el 2004? ¿Cuál es su concentración en ppm?
3. ¿Cuáles cuerpos de agua es más probable que se ubiquen cerca de terrenos de cultivo? ¿Por qué? ¿Cuáles no? ¿Por qué?
4. ¿Cuáles cuerpos de agua mostraron la mayor mejoría en el periodo de 14 años?
5. ¿Por qué es importante contar con unidades de medida estandarizadas y que sean comparables entre sí?
6. ¿Qué ventajas tiene presentar la información en forma de gráficas en lugar de tablas?

Comparen y verifiquen sus resultados con los de otros equipos.

**Concentración de ortofosfatos**



**Figura 1.45** Concentración de ortofosfatos en el Lago de Chapala y en el Río Lerma en 1990, 2004 y 2006.

Como habrás notado, una vez que has expresado todas las concentraciones en las mismas unidades, partes por millón en este caso, puedes comparar los datos. Viste también que graficando los datos puedes observarlos con mayor facilidad. En varias ocasiones, graficar los datos resulta casi la única manera de analizarlos, sobre todo si la cantidad de ellos es enorme. Por eso resulta tan importante saber qué y cómo graficar. Además, elegir las unidades adecuadas —en este caso ppm— facilita el análisis porque las cantidades resultan más manejables. Nota que no siempre los datos que tenemos a nuestra disposición nos informan de todo, y podríamos obtener conclusiones erróneas a partir de ellos. Por ejemplo, se puede afirmar que la concentración de ortofosfatos en el Lago de Chapala va en constante aumento basándonos solamente en los datos que tenemos de 1990 y 2004.

Como puedes ver en la figura 1.45, al tener un dato adicional como el de 2006 (aunque quizás requeriríamos datos de los años intermedios para estar seguros), puedes observar que la tendencia a la alza de concentración de ortofosfatos conforme pasan los años continúa en ese sentido en el caso del Río Lerma, mientras que se invierte en el caso del Lago de Chapala. Algunas veces es necesario contar con otros datos para hacer un análisis más completo. En este caso, es importante considerar que el Río Lerma nace en la zona de Lerma y San Mateo Atenco en el Valle de Toluca, recorre la frontera entre Guanajuato y Michoacán y, finalmente, descarga sus aguas en el Lago de Chapala localizado al sur de Guadalajara en el estado de Jalisco. ¿Qué te dicen las tendencias de los datos y las condiciones geográficas de los dos cuerpos de agua? ¿Cómo podríamos explicar que en el río aumenta la contaminación mientras que en el lago disminuye?

Tanto la expresión de los datos en unas mismas unidades elegidas de manera adecuada como su representación en tablas o gráficas son un primer paso para su análisis. Por otro lado, una vez organizados los datos de concentración, lo que sigue es compararlos con los valores o niveles aceptables para no afectar la salud y el ambiente. La determinación de estos valores es resultado de investigaciones experimentales y acuerdos entre los especialistas para establecerlos como normas a nivel nacional o internacional.

**Te invito a...**

conocer acerca de las viviendas sustentables en Lozano Galarza, Helena, "Vivienda sustentable: más que una meta, una urgente necesidad", en *Newsweek*, Universidad de Guanajuato, disponible en [www.edutics.mx/Jsx](http://www.edutics.mx/Jsx) (Consulta: 21 de enero de 2019).

**Actividad**

**Compara y decide:** ¿Cómo analizas los datos para entenderlos y decidir?

En la tabla 1.6 te presentamos los niveles aceptables de ortofosfatos en agua que se usa con diferentes fines.

Parámetro	Fuente de abastecimiento de agua potable	Recreativo con contacto primario como agua de mar y albercas	Riego agrícola	Pecuario o ganadero	Protección de la vida acuática en su medio	
					Agua dulce	Agua marina
Ortofosfatos	0.1 mg/l	6 mg/l	6 mg/l	6 mg/l	5 mg/l	0.02 mg/l

Fuente: Compendio de estadísticas ambientales 2010 de la Semarnat [www.edutics.mx/4vD](http://www.edutics.mx/4vD) (consulta: 21 de enero de 2019).

1. ¿Qué nos dice acerca de la fauna y flora marina el que el valor permitido para la concentración de ortofosfatos sea de 0.02 mg/l, comparada con las demás concentraciones permitidas?
2. ¿Cuáles de los cuerpos de agua incluidos en la tabla de la actividad anterior cumplen con los valores de ortofosfatos permitidos?
3. Elaboren un mapa en un pliego de papel de rotafolio donde marquen los cuerpos de agua estudiados en esta sección. Representenlos gráficamente y anoten sus concentraciones de ortofosfatos, en ppm, en 1990 y en 2004.
4. Revisen la página de la Semarnat y busquen un cuerpo de agua más y añádanlo a su mapa. Anoten también el cambio en su concentración de ortofosfatos. Discutan de manera grupal, y con su profesor, cómo explicar que algunas fuentes están más contaminadas que otras, y por qué algunas disminuyeron su nivel de contaminación mientras que otras no.

Analizar y comparar los datos con las normas tiene como finalidad contar con elementos confiables para la toma de decisiones informadas en aras de proteger la salud y el medio ambiente.

La función que cumplen las distintas formas de expresar concentraciones bajas —como las estudiadas en esta secuencia— no se restringe al estudio de la contaminación del aire y del agua: también se aplican a muchos procesos, como los llevados a cabo en la industria farmacéutica. ¿Te imaginas qué podría pasar si se elaboraran medicamentos sin una medición precisa de los principios activos que permitiera controlar su dosificación?



**¿Sabes?**

En el siglo XVI, el alquimista y médico suizo Paracelso (1493-1541) enunció lo que hasta hoy es uno de los principios fundamentales del estudio de la toxicidad de las sustancias: "Todas las cosas son venenosas y nada está libre de veneno, pero es la dosis la que hace que sean o no venenosas". Así, en dosis adecuadas el ácido acetilsalicílico —comúnmente conocido como aspirina—, además de disipar el dolor y la fiebre, evita la formación de coágulos en la sangre que pudieran bloquear arterias o venas. Con esto previene las embolias que ponen en peligro la vida. Por el contrario, cuando se excede la dosis máxima recomendada por un médico, se pueden producir hemorragias en pacientes sometidos a cirugías. Este es uno de muchos ejemplos de cómo el mismo medicamento puede, dependiendo de la cantidad, salvar una vida o provocar una muerte. A Paracelso se le suele considerar el padre de la toxicología. Entre muchas otras aportaciones, puso a prueba la toxicidad de las sustancias en animales. Esta idea ha dado fruto en la época moderna, salvando incontables vidas.

**Actividad**

**Reflexiona:** ¿Qué se debe saber para tomar decisiones?

Lee la siguiente nota y reflexiona.

**Regulación de la contaminación por mercurio**

En enero de 2013, los delegados de 140 países ante la ONU acordaron reducir la contaminación debida al mercurio (Hg). La principal fuente de este contaminante son las plantas que queman carbón para generar electricidad, ya que el carbón está naturalmente contaminado con este elemento. El Hg emitido a la atmósfera se deposita en los océanos y es, en última instancia, ingerido por los peces, entre ellos el atún. Por eso es motivo de atención. Aunque el principal objetivo de la le-

gislación será reducir las emisiones debidas a plantas termoeléctricas basadas en la quema de carbón, instalando sistemas de purificación, otras actividades también se verán afectadas, a saber, la fabricación de termómetros clínicos, la producción de algunos focos ahorradores de energía, la extracción de oro por **amalgama** con Hg y la producción de cemento (el Hg también contamina naturalmente la piedra caliza, uno de los ingredientes del cemento) (figura 1.46).



**Figura 1.46** El uso de mercurio para extraer oro implica un gran riesgo a la salud de los mineros artesanales de África y Asia (Fuente: ONU).



1. Explica, a partir de lo que dice la nota, cómo interactúa la contaminación natural con la artificial. ¿Cuál es el papel de cada una en el caso del Hg? ¿Consideras que la contaminación natural recibe la misma atención que la artificial en los medios y la escuela? ¿Por qué?
2. Dada la importancia del tratado (lo firmaron 140 países, incluido México, representado por el embajador Ulises Canchola), ¿qué tan grave crees que sea la contaminación por Hg? ¿Qué evidencias —directas o indirectas— hay en la nota acerca de su gravedad? ¿Cuál es la concentración de mercurio que se considera problemática para la salud y los ecosistemas? Investiga sus efectos sobre el organismo.
3. ¿Consideras que fue una buena decisión firmar este tratado, a pesar de que afecta a varias industrias sumamente necesarias o redituables? Argumenta tu respuesta. Tras haber leído esta secuencia, ¿es posible una civilización completamente no contaminante? Explica y argumenta tus ideas en grupo.

**amalgama.** Aleación o mezcla de dos metales, en este caso, mercurio (Hg) y oro (Au).



**Actividad de cierre**

**Aplica:** ¿Sabes si es posible una civilización que no contamine?

Es momento de que reflexiones sobre las preguntas del inicio de esta secuencia.

1. ¿Por qué es importante el concepto de mezcla para identificar los contaminantes en el medio y separarlos de éste?
2. ¿Cuál es la importancia del principio enunciado por Paracelso para evaluar los efectos de los contaminantes sobre la salud? ¿Cuál sería su importancia en casos como los del mercurio o los ortofosfatos? Formulén una conclusión en grupo.

**Aprendizajes logrados**

Identificas que un contaminante es uno de los componentes de una mezcla y reconoces que los métodos de separación pueden aplicarse con fines de eliminar o reducir la concentración de contaminantes. Puedes aplicar lo que sabes sobre separación de mezclas a la eliminación o reducción de la concentración de contaminantes. Puedes calcular una concentración en ppm o convertir una medida expresada en otras unidades de concentración a ppm y entiendes por qué es útil y funcional expresar concentraciones en ppm y porcentaje. Identificas que la concentración de una sustancia determina en buena medida su efecto sobre la salud y el ambiente.



**Perspectivas**

Estas preguntas te pueden orientar en la elección de tu proyecto de fin de bloque. Reflexiona con tu equipo en torno a ellas. La contaminación del agua, el aire o la tierra, ¿son ejemplos de la formación de mezclas? ¿Por qué resolver la contaminación no es sólo un problema técnico o científico, sino social, económico y político?

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

**Aprendizajes esperados**

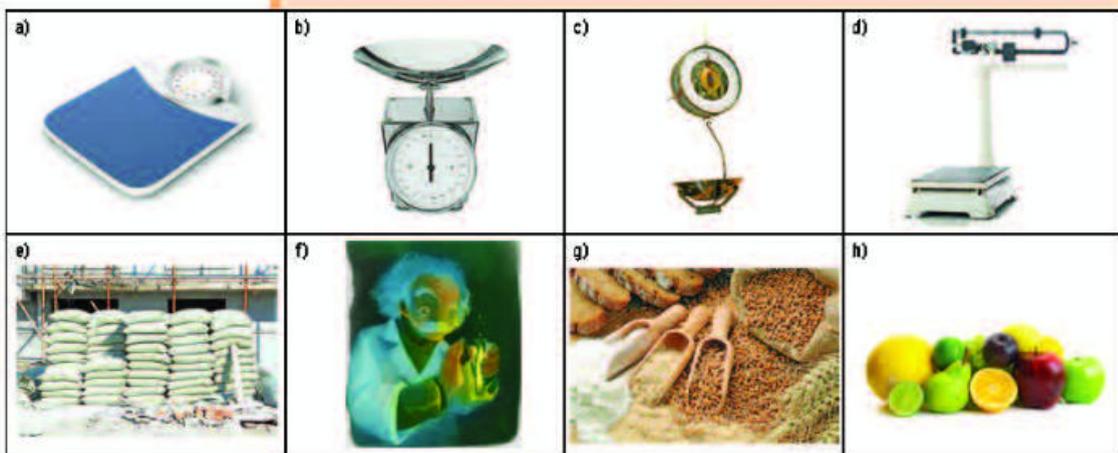
- Argumenta la importancia del trabajo de Lavoisier al mejorar los mecanismos de investigación (medición de masa en un sistema cerrado) para la comprensión de los fenómenos naturales.
- Identifica el carácter tentativo del conocimiento científico y las limitaciones producidas por el contexto cultural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

Aunque a veces parece que el conocimiento científico no cambia, la realidad es que se revoluciona cuando es rebasado por la realidad, es decir, cuando deja de ser reproducible o falla en explicar fenómenos que debería explicar. Cuando este evento ocurre, los científicos, por necesidad, cambian de teoría. Aunque esto pueda parecer un mal desenlace para la investigación científica, en realidad representa una de las principales fortalezas de la ciencia. La capacidad de reconocer sus errores y corregirlos es la fuente de la certidumbre que concedemos al conocimiento científico. Y la química no es ajena a estos procesos de revolución, como podrás ver en esta secuencia a partir de las aportaciones del químico francés Antoine-Laurent Lavoisier.

**Actividad de inicio**

**Reflexiona: ¿Cómo puedes medir un gas?**

Medir las cosas es parte esencial del funcionamiento de la sociedad. Es algo que practicamos cotidianamente. A continuación te presentamos dos listas: una de balanzas o básculas y otra de materiales de uso cotidiano. Relaciona las filas, de manera tal que asocies el material con la balanza o báscula que se usa para pesarlo (figura 1.47).



**Figura 1.47** Diferentes materiales e instrumentos para determinar su masa.

1. ¿Por qué se utilizan diferentes balanzas o básculas para determinar la masa de diferentes materiales? ¿Podríamos medir la masa de todo lo que está representado en las imágenes usando el instrumento en la primera casilla? ¿Por qué?, ¿qué son la exactitud y la precisión?
2. ¿De tus cursos anteriores, recuerdas instrumentos de medición usados por físicos o biólogos? ¿Cuáles?

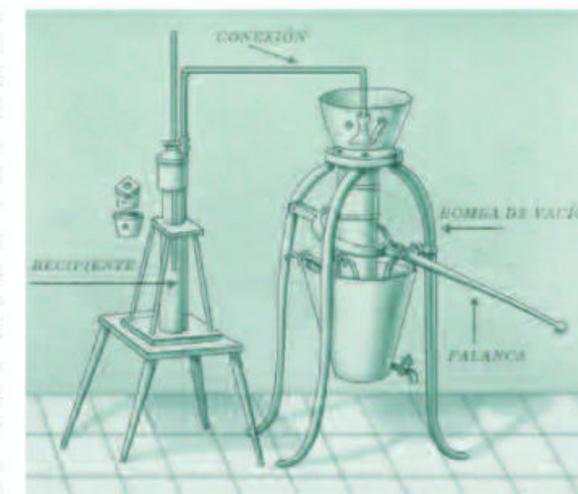
3. ¿Cuál es el papel de la medición —de masa, por ejemplo— en la investigación científica? ¿Por qué es importante para estudiar los fenómenos naturales?
4. ¿Por qué es importante llevar a cabo mediciones precisas y exactas en el caso específico de la investigación química?
5. ¿Pesan los gases? ¿Cómo se te ocurre que podrías hacer para pesar un gas? ¿Pesa el aire que respiras?

**Las aportaciones de Lavoisier**

Durante la Edad Media y el Renacimiento, en su esfuerzo por conseguir *la piedra filosofal* que les concedería riqueza e inmortalidad, los alquimistas llevaron a cabo un sinfín de ensayos: mezclaron, destilaron y quemaron diversos materiales. Cuando pesaban los residuos de una calcinación, en la mayoría de los casos su masa era menor que la de la materia prima. Además se creía que los gases no tenían masa, ya que de acuerdo con la información obtenida a través de los sentidos, eran percibidos como incorpóreos y carentes de masa (y por eso tendían a flotar y ascender).

En esa época no había modo de medir la masa de un gas porque era imposible trabajar bajo condiciones de *sistema cerrado*, es decir, aquel que puede intercambiar calor y energía mecánica con el entorno, pero no materia. Ejemplos de sistemas cerrados son el foco eléctrico, el sistema de enfriamiento de un refrigerador y los alimentos empacados al vacío. Incluso la Tierra se considera un sistema cerrado, ya que la cantidad de materia que se incorpora (en forma de meteoritos) es despreciable con respecto al resto de la materia que la conforma. De hecho, el que la Tierra sea prácticamente un sistema cerrado permite que se lleven a cabo los ciclos del carbono, del nitrógeno y del agua, ya que no hay escape de estas sustancias al espacio exterior, con excepciones, como la ínfima cantidad de xenón y nitrógeno atmosféricos que escapan a la atracción de la gravedad.

Con el paso del tiempo aumentó y mejoró el instrumental con el que contaban los químicos. A mediados del siglo XVII se inventó un aparato que fue fundamental para el avance de la química moderna, pues sirvió para demostrar la falsedad de la idea aristotélica que aseguraba que el vacío no se podía conseguir. En 1650, el científico alemán Otto von Guericke (1602-1686) inventó una bomba de vacío (figura 1.48); con ella logró el primer vacío parcial de la historia de la humanidad. Gracias a este nuevo aparato, los químicos pudieron pesar un recipiente que contuviera un gas, extraerlo casi todo utilizando la bomba de vacío y volver a pesar el recipiente casi vacío. Así, por diferencia de peso entre el recipiente casi vacío y el lleno, podían conocer aproximadamente la masa del gas que había ocupado el recipiente. Además de demostrar que era posible lograr un vacío por medios artificiales, el experimento de von Guericke es importante por ser uno de los primeros ejemplos de un sistema cerrado creado en un laboratorio.



**Figura 1.48** Al accionar la palanca, se extraía el aire del recipiente a través de la conexión.



**Figura 1.49** En un aparato como éste, Lavoisier realizó sus estudios sobre la combustión. Su éxito radicó en su habilidad para trabajar con un sistema cerrado que le permitía determinar la masa de los gases consumidos o producidos.

**retorta.** Vasija cerrada con cuello encorvado, cuyo peso no cambia antes y después de una reacción química.

Con el avance en lo tocante al vacío y el concepto de sistema cerrado, Antoine-Laurent Lavoisier, abogado de formación, pero fascinado por las ciencias, pudo llevar a cabo reacciones químicas dentro de sistemas cerrados (de los cuales los gases no podían escapar, como le ocurrió a los alquimistas) y *determinar con precisión la masa de los reactivos y productos* en una reacción química, aunque en ella participaran gases (figura 1.49).

Una de las reacciones químicas que Lavoisier contribuyó a esclarecer fue la combustión. Gracias al meticuloso uso de la balanza y de recipientes cerrados, Lavoisier pudo concluir que un gas (al que llamó oxígeno) se combinaba con un material que se quemaba al tiempo que se producía un gas de naturaleza diferente. Además de identificar las propiedades de los gases que participaban en la combustión y determinar la proporción en la que lo hacían, Lavoisier se dio cuenta de que la masa de la **retorta** antes y después de la combustión siempre era la misma. Esto lo llevó a enunciar la *Ley de conservación de la masa*, que establece que *la masa de las sustancias dentro de un sistema cerrado se mantiene constante, sin importar cuáles o cuántas reacciones ocurran dentro de este sistema*.

**Experimenta:** ¿Puedes utilizar la Ley de conservación de la masa para explicar tus observaciones experimentales?

**Introducción**

La Ley de conservación de la masa es una de las grandes aportaciones de la química a la comprensión del comportamiento —químico, en específico— de la materia. Sin ella como pieza central del entramado de la química, sería imposible estudiar y entender las reacciones químicas, y mucho menos manipularlas.

Antes de realizar el experimento, revisen en equipo lo que harán y planteen una hipótesis: ¿qué creen que ocurra con la masa total del sistema cerrado?, y ¿con la masa de vinagre y de fibra metálica?

**Material**

- Un globo
- Una balanza
- Un vaso de precipitados de 250 ml
- Un matraz Erlenmeyer de 250 ml
- Tijeras
- Vinagre blanco
- Fibra metálica (se consigue en una tlapalería)
- Cinta adhesiva



**Figura 1.50** Pasos del método.

**Te invito a...**  
consultar el libro de Press, Hans Jürgen, *Experimentos sencillos con sólidos y líquidos*, México, SEP-Editiones Oniro, 2006 (Libros del Rincón), donde encontrarás ideas para experimentos que te permitirán seguir explorando la naturaleza de las sustancias cuando se encuentran en estado líquido.

**Método**

1. Corten un pedazo de la fibra metálica, más o menos de 3 cm de diámetro.
2. Coloquen la fibra en el vaso de precipitados y agreguen vinagre blanco hasta cubrirla por completo. Déjenla remojar durante seis minutos (figura 1.50).
3. Extraigan la fibra y exprímanla. Introdúzcanla en el matraz y rápidamente cubran la boca con el globo; sujeten el globo con cinta adhesiva.
4. Determinen la masa del matraz con la fibra dentro. Déjenlo reposar durante 50 minutos. Obsérvenlo periódicamente y registren sus observaciones.
5. Quiten el globo y vuelvan a pesar el matraz.



**Análisis de resultados y conclusiones**

1. ¿Qué ocurrió con el globo después de los 50 minutos?
2. ¿Cuál fue el valor de la masa antes y después de los 50 minutos?
3. El matraz, la fibra y el globo, ¿son un sistema cerrado? ¿Por qué?
4. ¿Cómo explicarían lo que le ocurrió al globo?
5. ¿Cómo explicarían lo que le ocurrió a la masa total del sistema?
6. ¿Cómo harían para calcular la masa del gas producido? ¿Cuánto gas se produjo? Entre todo el equipo respondan, ¿se cumplió la hipótesis que plantearon?, ¿por qué? Comparen sus respuestas con las de otros equipos.

**¿Sabes?**

Lavoisier vivió en los últimos tiempos de la monarquía antes de la Revolución francesa. Nacido en el seno de una familia rica, asistió a las mejores escuelas, donde se originó su interés por la ciencia: química, botánica, matemáticas y astronomía. Una herencia recibida a la muerte de su madre y su salario como recaudador de impuestos fueron la fuente de financiamiento de sus experimentos químicos. Gracias a su posición acomodada y a sus tempranos descubrimientos en el campo de la química, Lavoisier pudo incorporarse a la Academia Francesa de Ciencias, y eventualmente llegar a presidirla.

**Otras aportaciones de Lavoisier**

Lavoisier no sólo contribuyó a la química con el enunciado de la Ley de conservación de la masa, entre muchas otras cosas, aportó ideas que revolucionaron el quehacer de esta ciencia y dieron paso a la química moderna. Gracias al rigor con el que Lavoisier llevó a cabo sus mediciones, la química dejó de ser exclusivamente cualitativa para volverse una ciencia cuantitativa, como ya lo era la física en ese entonces. La capacidad para medir la cantidad de reactivos necesarios para que una reacción química se llevara a cabo, junto con las evidencias que apoyaban la Ley de conservación de la masa, son contribuciones fundamentales de Lavoisier a la química.

También estudió la composición del agua y del aire, identificó 33 sustancias como elementales, a partir de cuya combinación se formaban sustancias más complejas.

Lavoisier dio nombre a varios elementos (que él definió como aquellos que no pueden separarse en otros más simples por medios químicos), tales como el oxígeno (del griego “formador de ácidos”) y el hidrógeno (del griego “formador de agua”).

Junto con químicos como Claude-Louis Berthollet (1748-1822), Antoine Fourcroy (1755-1809) y Guyton de Morveau (1737-1816), Lavoisier

La precisión que exigía el trabajo de Lavoisier como recaudador de impuestos de la Corona Francesa influyó en una química cuantitativa, más próxima a las matemáticas y a la física de su tiempo, como se observa en su planteamiento de la Ley de conservación de la masa, derivada de rigurosas mediciones experimentales.

A pesar de que había prestado notables servicios a Francia, además de que comulgaba con los principios liberales de libertad, igualdad y fraternidad enarbolados por los revolucionarios franceses, por su cargo como recaudador al servicio del rey y a raíz de una antigua rivalidad con Jean-Paul Marat (uno de los líderes revolucionarios), Lavoisier fue acusado de traidor y decapitado en la guillotina. ¿Consideras que un científico puede vivir ajeno a su contexto histórico, social y cultural?



**Figura 1.51** Lavoisier fue autor de lo que se considera el primer libro de texto de química, el *Traité Élémentaire de Chimie* ("Tratado elemental de química"). El estricto método experimental que Lavoisier practicó fue adoptado por los químicos de la época y actualmente es el estándar bajo el cual se llevan a cabo las investigaciones químicas más modernas.



**Figura 1.52** El problema de la teoría del flogisto fue que no explicaba por qué los metales aumentan su masa cuando se exponen al fuego, a lo que Lavoisier contestó diciendo que se formaban óxidos a partir de la unión del metal y el oxígeno.

diseñó una nomenclatura para nombrar a los compuestos que se formaban a partir de la combinación de dos o más sustancias elementales, facilitando así la comunicación entre los químicos de cualquier país (figura 1.51).

### Lo tentativo del conocimiento científico

Uno de los mitos acerca del conocimiento científico es que está hecho de verdades inmutables. Nada más falso. A lo largo de la historia de la ciencia, la revisión, modificación y abandono de teorías, leyes y hechos científicos ha ocurrido de manera regular. La cualidad tentativa del conocimiento científico es consecuencia natural —e inevitable— del trabajo de los científicos: constantemente hacen inesperados descubrimientos o se les ocurren ideas nuevas que llevan a reevaluar, reinterpretar o rechazar el conocimiento que ya se tenía hasta el momento.

Como ha dicho uno de los expertos en la enseñanza de la naturaleza de la ciencia, el educador Norman Lederman, el "conocimiento científico nunca está completo ni es seguro. Este conocimiento, incluyendo 'hechos', teorías y leyes es tentativo y está sujeto a cambios. Las aseveraciones científicas cambian conforme nuevas evidencias, conseguidas gracias a avances en la teoría y en la tecnología, ponen a prueba teorías o leyes existentes, o conforme viejas evidencias se reinterpretan a la luz de nuevos avances teóricos o cambios en la dirección de programas de investigación establecidos".

Hay varios ejemplos de cómo el conocimiento científico cambia o se abandona. Uno de ellos está relacionado con el propio Lavoisier, quien fue responsable en buena medida de sepultar la llamada *teoría del flogisto*. Antes de que él propusiera que el oxígeno, durante la combustión o la calcinación, se unía al carbón o al metal para formar nuevas sustancias, los químicos sostenían que, al contrario, el carbón y el metal liberaban —o perdían— una sustancia llamada por ellos flogisto, que significa "principio del fuego" (figura 1.52).

### Actividad

**Concluye:** ¿Qué aportó Lavoisier en cuanto a mecanismos de investigación?

Analiza y responde.

Lavoisier escribió alguna vez que "El arte de concluir a partir de la experiencia y la observación consiste en evaluar las probabilidades; en estimar si son lo suficientemente altas o numerosas como para constituir una prueba".

1. ¿Qué sugiere esta idea acerca del conocimiento científico: que es tentativo o definitivo? ¿Por qué?

2. Menciona tres ejemplos de teorías, leyes o hechos científicos que hayan sido reemplazados por otros diferentes. No tienen que ser de química, pueden ser de física o biología.
  3. ¿Aumenta tu confianza en el conocimiento científico el saber que lo que hoy creemos saber puede estar equivocado? Argumenta tu respuesta.
- Escriban de manera grupal, en el pizarrón, de un lado los aportes de Lavoisier en *mecanismos de investigación* y del otro, en *nuevas ideas y conceptos* que revolucionaron a la química.

Gracias a que el conocimiento científico se puede criticar y cambiar es que podemos tener teorías cada vez mejores, más confiables y útiles. De lo contrario, hoy seguiríamos creyendo que la Tierra es el centro del Universo o que el flogisto existe. Lo *tentativo del conocimiento científico* es, pues, una de sus más grandes fortalezas, comparado con otros tipos de conocimiento.

### Actividad

**Reflexiona:** ¿El conocimiento es definitivo?

Lee el texto.

La homeopatía es una práctica terapéutica que se basa en la administración de preparados de plantas altamente diluidos, con lo que nos referimos a que en estos preparados la concentración de sustancias vegetales es indetectable por cualquier método actualmente disponible. Los homeópatas argumentan que el disolvente —agua o etanol— usado para diluir los preparados "recuerda" que alguna vez estuvo en contacto con sustancias extraídas de plantas, y es esta memoria la responsable de curar enfermedades. A la luz de los aportes de Lavoisier a la química, ¿qué opinas?

### Actividad de cierre

**Reflexiona:** ¿Puedes aplicar lo que aprendiste?

Es momento de que reflexiones sobre las preguntas del inicio de esta secuencia.

1. ¿Por qué fue importante medir con precisión y exactitud las masas de las sustancias para Lavoisier?
  2. ¿Cómo se puede determinar el peso de un gas producido o consumido en una reacción química?
  3. ¿Consideras que la Ley de conservación de la masa es un ejemplo de conocimiento científico tentativo? ¿Por qué?
- Discute las respuestas con un compañero y planteen sus dudas y conclusiones en grupo.

### Aprendizajes logrados

Puedes mencionar al menos tres contribuciones de Lavoisier a la química. Entiendes qué es un sistema cerrado, y por qué fue importante para Lavoisier. Entiendes que el conocimiento científico es susceptible de cambiar, y puedes dar ejemplos de ideas científicas que han sido mejoradas o abandonadas y comprendes que el conocimiento científico está limitado por el contexto cultural en el cual se desarrolla, y cómo influyó el contexto en las ideas de Lavoisier.

### Perspectivas

Responde las preguntas con tu equipo y registren en su cuaderno sus reflexiones. Les puede servir para plantear su proyecto de fin de bloque. ¿Por qué es importante la Ley de conservación de la masa para estudiar las reacciones químicas? ¿Por qué es importante llevar a cabo mediciones cuidadosas cuando se hace un experimento?



**Proyecto**

Ahora tú explora, experimenta y actúa. Integración y aplicación



**Proyecto 1**

**Aprendizajes esperados**

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

Al final de cada bloque realizarás un proyecto, como hiciste en tus materias de ciencia anteriores. Ahora, en tercero de secundaria, seguramente tienes más experiencia en este tipo de trabajos y cada vez puedes llevarlos a cabo de forma más independiente. Durante el curso, en cada proyecto enfatizaremos el desarrollo de diferentes habilidades, por ejemplo: investigación bibliográfica o experimental, organización y análisis de información o comunicación de resultados.

En este bloque 1 "Las características de los materiales", aprendiste cómo se utilizan los conocimientos de química para satisfacer algunas necesidades del ser humano, cómo clasificar los materiales y sus propiedades, así como el uso de diversos instrumentos de medición. Además identificaste mezclas, sus propiedades y métodos de separación, así como el papel de los contaminantes.

Como proyecto de final de bloque se proponen dos temas, relacionados con lo que aprendiste:

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

De la misma manera que en otros cursos de ciencias, trabajarán en equipo y elegirán la pregunta que les atraiga más, o incluso plantearán ustedes una que esté relacionada con los temas que revisaron en el bloque. Aquí les presentaremos algunas ideas que pueden servirles para desarrollar un proyecto, también pueden proponer otras. A lo largo del bloque, al final de las secuencias, han respondido algunas preguntas que les dieron pistas para elegir tema de proyecto. Pueden revisarlas nuevamente en la sección *Perspectivas*.

¿Alguna vez se habían preguntado de dónde se obtiene la sal que consumen todos los días? Las salineras o salinas aprovechan los procesos de separación de mezclas, como los que estudiaste en la secuencia 3, ya que son lugares donde el agua salada se deja evaporar para separar la sal, se seca al sol y después se comercializa (figura 1.53). La separación de la sal utiliza sus propiedades físicas, como ya investigaste. Una de las salineras más importantes en México se ubica en Guerrero Negro, Baja California Sur, y es la más grande del mundo, con una producción de siete millones de toneladas de sal al año.

Para su proyecto, hay varias preguntas que se pueden hacer sobre las salineras, sus funciones y su impacto en el ambiente. Por ejemplo, ¿cuál es la composición del agua de mar? ¿Cómo es el proceso que se sigue en una salinera para obtener sal? (Recuerda que en la secuencia 2 revisaste cómo utilizar las propiedades de la sal para separarla). ¿Por qué hay sal de diversos colores? ¿Cuáles son los usos de la sal, no sólo en la cocina, sino en la industria? ¿Cómo impacta una salinera en el ambiente? ¿Cuáles han sido



**Figura 1.53** La laguna Ojo de Llebre, donde se ubica la salinera, actualmente forma parte de la Reserva de la Biosfera "El Vizcaíno". Allí también llegan las ballenas grises.

los beneficios de la salinera de Guerrero Negro para los pobladores de la región? ¿Hay alguna otra salinera en México? ¿Dónde y cómo funcionan? También pueden plantear un proyecto experimental: podrían, por ejemplo, utilizar agua salada (ya sea prepararla ustedes o, si viven en la costa, utilizar agua de mar) y probar distintos métodos para separar la sal del agua.

Alrededor de 97% del agua en nuestro planeta es salada. El 3% restante es agua dulce, adecuada para el consumo humano. Sin embargo, dos tercios de esta agua se encuentra en glaciares y en los casquetes polares, por lo que no está disponible para nosotros; hay también una buena cantidad en aguas subterráneas, de difícil acceso.

Hace muchos años, se pensaba que el agua era un recurso ilimitado, debido a que el ciclo del agua la purifica. Sin embargo, ahora se sabe que la cantidad de agua que consumimos, tanto en los procesos de producción de alimentos como en otros procesos industriales y en los hogares, es mayor que la cantidad de agua que se purifica. Esto es en parte debido al incremento en la población, pero también a que mucha gente que tiene acceso al agua consume más agua de la que es estrictamente necesaria. Algunas personas en diversas partes del mundo viven con escasez de agua y en los años futuros, más y más regiones enfrentarán este problema. En la secuencia 4 estudiaste cómo los componentes de algunas mezclas pueden ser contaminantes y en este proyecto podrás conocer más acerca de algunos contaminantes del agua y cómo separarlos.

Todos podemos ayudar a solucionar el problema del agua, ya sea consumiendo menos o recuperando y reutilizando el agua del ambiente. Quizá has oído de materiales reciclados, como papel o plástico pero, ¿sabías que el agua también puede reciclarse? Esto se refiere al uso de agua de desecho tratada en usos industriales, riego de cultivos y jardines, en el agua del excusado, y para recargar mantos acuíferos.

El agua reciclada de esta manera tiene que cumplir ciertos estándares de calidad para volver a utilizarse, por lo que se han diseñado procesos de separación de mezclas para eliminar los residuos contaminantes de ésta (figura 1.54).

Para saber más acerca del cuidado, recuperación y reutilización del agua y qué pueden hacer ustedes, presentamos varias preguntas, pero recuerden que ustedes pueden plantear otra que les interese. ¿Cuáles acciones pueden realizar para consumir menos agua? ¿Qué acción propondrían en su comunidad para utilizar agua reciclada? ¿Cuáles son los beneficios del reciclaje de agua? ¿Cómo funciona una planta de tratamiento de aguas? ¿Cuáles usos se pueden dar al agua de lluvia? ¿Qué es el concreto ecológico permeable y cómo ayuda a la recuperación de agua?

Utilicen lo que aprendieron en este primer bloque y las preguntas que se plantean como una guía para realizar su proyecto. Recuerden que no deben usar todas las preguntas, sino seleccionar las que más les interesen o plantear otras que les parezcan adecuadas.

El primer paso en la realización de todo proyecto es planearlo.

**Planeación del proyecto**

Una planeación cuidadosa ayuda a que el proyecto se lleve a cabo sin problemas y a que la pregunta de investigación se conteste de manera eficaz.



**Figura 1.54** En las plantas de tratamiento de aguas de desecho se utilizan procesos físicos, químicos y biológicos para eliminar sustancias contaminantes y microorganismos.

**Te invito a...**

conocer las ventajas y desventajas del uso de agua de lluvia en el artículo de Ulacia Balmaseda, Ramón, "Sistemas de Captación de Agua de Lluvia", en *Impluvium*, núm. 1, abril-junio 2014, disponible en [www.edutics.mx/L7g](http://www.edutics.mx/L7g) (Consulta: 21 de enero de 2019).

**Elección del tema del proyecto**

El inicio de la planeación consiste en definir sobre qué tratará su proyecto. Es decir, de todas las preguntas de la página anterior seleccionen una o planteen la suya. Es importante que pueda contestarse con una investigación, ya sea bibliográfica (en libros, revistas, periódicos o internet), de campo (por ejemplo, visitando una planta de tratamiento de aguas o entrevistando a un experto), o experimental (haciendo algunos experimentos para obtener la respuesta). Decídanlo en equipo.

Escriban la pregunta en la línea y en su cuaderno bajo el título "Pregunta de investigación"

---

¿Cuando elijan su pregunta, deben plantear una hipótesis, ¿cuál creen que puede ser la respuesta a su pregunta de investigación? Posteriormente planteen el propósito de su investigación, ¿puede aplicarse en su escuela, hogar o comunidad?

Una vez que plantearon su pregunta de investigación, su hipótesis y tengan claro el propósito del proyecto, deben decidir qué pasos o actividades llevar a cabo para realizarlo.

**Organización de las actividades**

Elaboren una lista de todas las actividades que necesiten llevar a cabo durante el proyecto. Por ejemplo, consideren dónde buscarán información, cómo comunicarán los resultados, a quién lo van a comunicar, entre otras. Además de las actividades decidan quién las va a llevar a cabo y cuándo necesitan terminarlas. Organicen la información en una tabla, a la que se le llama *cronograma*. Consulten en la página 242 cómo elaborarlo.

**Desarrollo**

Para iniciar esta fase de su proyecto, decidan qué información van a buscar y dónde buscarla.

**Búsqueda y organización de la información**

¿Cómo saben dónde buscar la información? ¿Cómo saben si las fuentes que consultan son confiables?

Para decidir dónde buscar deben analizar qué tipo de información necesitan. Por ejemplo, ¿necesitan saber sobre las propiedades del agua? o ¿cómo se distribuye en nuestro planeta? Busquen esta información en enciclopedias o libros de texto, ya que es información que no cambia rápidamente o ya está establecida. Por el contrario, si necesitan saber cuánta agua se consumió en México el año pasado, cuántas toneladas de sal se producen o cuántas plantas de tratamiento de aguas hay en nuestro país actualmente, deberán consultar fuentes más recientes de información, como internet, revistas o periódicos recientes. Estas fuentes se actualizan constantemente por lo que es más sencillo encontrar información que esté al día.

Si alguna vez han consultado internet, habrán visto que cuando buscan una palabra aparecen innumerables páginas de resultados de la búsqueda. ¿Cómo deciden cuáles de estas páginas visitar? ¿Cuáles tienen información confiable? Revisen el anexo al final del libro donde encontrarán cómo obtener información confiable (figura 1.55).



**Figura 1.55** Internet es una fuente muy rica de información, pero debes ser cuidadoso al seleccionarla.

Una vez que hayan recopilado la información que consideren necesaria para su proyecto, organicénela, decidan si toda la información les va a servir o hay algo que no y descártenlo.

**Análisis de la información**

Cuando revisen su información, siempre tengan en cuenta la hipótesis que plantearon y su pregunta de investigación. ¿La información contesta la pregunta? Si es así, analicen qué respuesta encontraron, ¿era lo que esperaban? ¿hay alguna información novedosa? ¿Cómo la van a presentar a los demás? ¿Lo aprendido en este bloque de Ciencias 3 les permitió comprender mejor la información que encontraron? ¿Cuáles conocimientos utilizaron?

**Elaboración del producto**

Al final de cada proyecto, deben realizar un producto. Por ejemplo, una maqueta o diagrama en la que expliquen cómo funciona una salina, o realicen algún experimento en el que muestren cómo recuperar y reutilizar el agua. Decídanlo con base en su pregunta de investigación y en la información que encontraron (figura 1.56).

**Conclusiones**

Al final del proyecto háganse las siguientes preguntas, ¿contestamos la pregunta de investigación? ¿La hipótesis que planteamos fue acertada? ¿por qué? ¿se cumplió el objetivo del proyecto? ¿Qué salió bien y qué salió mal? ¿Qué pudimos haber hecho para que saliera mejor? Discutan entre todos para lograr acuerdos en las conclusiones.

**Comunicación**

Utilicen su producto para dar a conocer los resultados de su investigación. Por ejemplo, si hicieron una maqueta o experimento, explíquenla a sus compañeros de clase. Dependiendo del tipo de investigación que realizaron, comuniquen si existe algún impacto social, ecológico o económico que hayan encontrado en su trabajo. Decidan si van a comunicar únicamente sus resultados o todo el proceso de su investigación (figura 1.57).

**Evaluación**

**Coevaluación**

Analiza con tu equipo el trabajo realizado por cada uno de ustedes durante este proyecto. Después, responde las preguntas.

- ¿Cómo se eligió el tema de investigación y el propósito del proyecto?, ¿qué aportó cada uno de los integrantes?
- ¿Cómo se obtuvo y analizó la información?
- ¿Cuál fue la forma de trabajar en equipo?

**Autoevaluación y reflexiones sobre mi desempeño**

Ahora es importante realizar de forma *individual* una evaluación del trabajo para reflexionar sobre lo que aprendiste. Para ello, plantéate preguntas como las siguientes.

- ¿Aporté ideas valiosas para el desarrollo del proyecto?, ¿cuáles?
- ¿Realicé una planeación adecuada del proyecto?, ¿cómo lo sé?
- ¿Qué actitud tuve ante los obstáculos que se presentaron? ¿Cómo los superé?
- ¿Trabajé en equipo durante el desarrollo de este proyecto?
- ¿Cómo puedo mejorar?



**Figura 1.56** Tomen las ideas principales del documento que elaboraron y preséntenlas a los demás miembros del grupo en hojas de papel rotafolio, cartel, cartulinas, pizarrón, proyecciones de acetatos o presentaciones en computadora.



**Figura 1.57** Pueden comentar los resultados en pequeños equipos para que todos puedan aportar ideas.



## Ponte a prueba

Analiza y responde.

El ciclo del agua visto desde la química



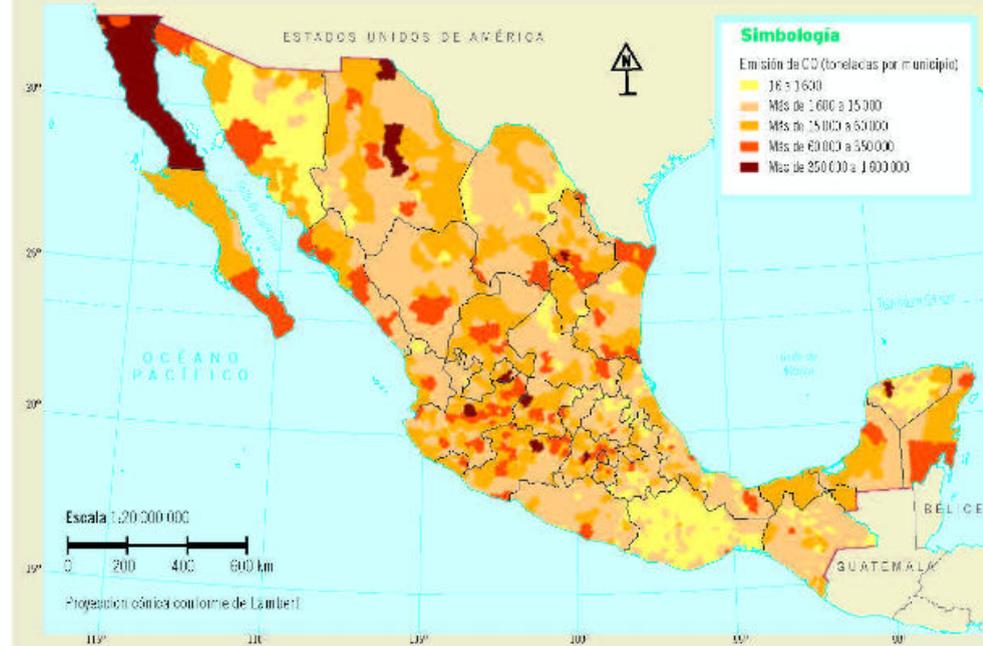
En tu curso de Ciencias I, dedicado al estudio de la biología, viste el ciclo del agua. ¿Te acuerdas? Observa la imagen.

- ¿Cuál inciso incluye procesos (señalados con números en el esquema) en los que ocurre un cambio de fase, es decir, en cuáles cambia el estado de agregación (sólido, líquido o gaseoso) del agua?
  - 1, 2, 3
  - 4, 5, 8
  - 1, 6, 9
  - 7, 9, 10
- ¿Cuál de los siguientes cuerpos de agua consideras que representa la mejor opción como una fuente de agua potable?
  - Del mar, porque el calor mata los microorganismos dañinos.
  - Del río, porque el movimiento del agua la oxigena, haciéndola más sana.
  - De un manantial que brote del subsuelo, porque la roca filtra el agua y elimina contaminantes.
  - De la nieve, porque el frío hace al agua más refrescante.

Analiza y responde.

La contaminación del aire en México

Emisiones de monóxido de carbono, 2005

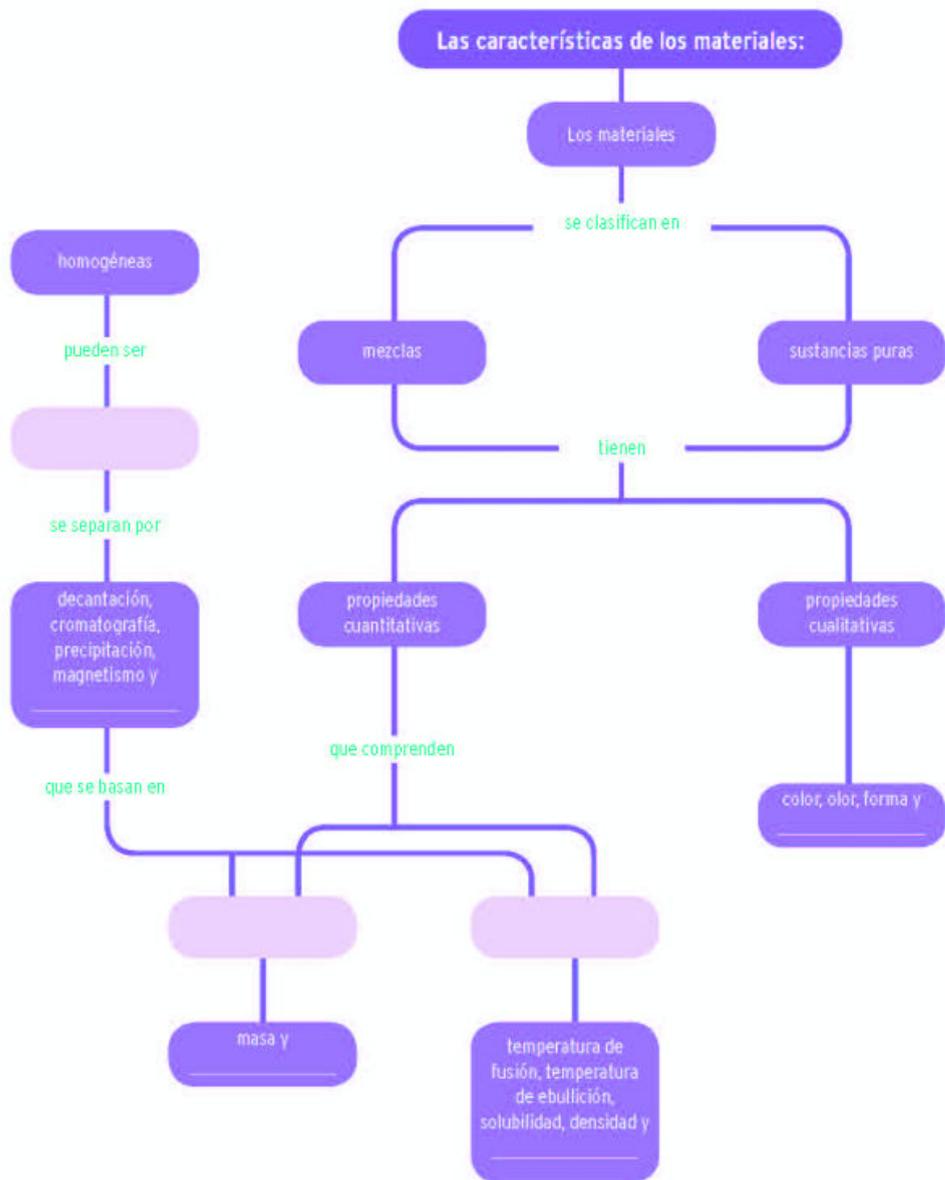


Fuente: Base de Datos de Emisiones para la Investigación Atmosférica Global.

En la figura se muestra la emisión del contaminante del aire monóxido de carbono (CO). La cantidad emitida está expresada en toneladas por municipio.

- ¿Cuál de las siguientes explicaciones es congruente con los datos mostrados en el mapa?
  - Los estados con los climas más cálidos son los responsables de la mayor emisión de CO (60 000-1 600 000 t).
  - La emisión de CO se correlaciona con la actividad volcánica típica del centro del territorio que ocupa nuestro país.
  - La emisión de CO es un fenómeno aleatorio, es decir, no tiene un patrón definido.
  - Dado que la mayor emisión de CO (60 000-1 600 000 t) se ubica en puntos geográficos bien delimitados, es probable que sea producto de zonas urbanas.
- De acuerdo con los datos del esquema, ¿en cuáles estados de la República Mexicana sería más conveniente para una persona que sufre de asma –una enfermedad respiratoria que se agrava con la contaminación– establecer su residencia?
  - Monterrey, Zacatecas o Morelos,
  - Jalisco, Tamaulipas o Chiapas
  - Sonora, Oaxaca o Yucatán
  - Chihuahua, Quintana Roo o Sinaloa

# Mapa conceptual



1. Completa el mapa con las opciones: heterogéneas, propiedades extensivas, propiedades intensivas, filtración, volumen, viscosidad y estado de agregación.
2. ¿Cuál de los diferentes tipos de propiedades se puede medir usando un instrumento de medición? Enciérrala en un círculo.
3. Incluye en el mapa el concepto "concentración".



## Ahora sé

### Autoevaluación

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

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

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

### Coevaluación

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

Nombre de mi compañero \_\_\_\_\_

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

# Las propiedades de los materiales y su clasificación química

## Competencias que se favorecen:

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

## Aprendizajes esperados

- Establece criterios para clasificar materiales cotidianos en mezclas, compuestos y elementos considerando su composición y pureza.
- Representa y diferencia mezclas, compuestos y elementos con base en el modelo corpuscular.
- Identifica los componentes del modelo atómico de Bohr (protones, neutrones y electrones), así como la función de los electrones de valencia para comprender la estructura de los materiales.
- Representa el enlace químico mediante los electrones de valencia a partir de la estructura de Lewis.
- Representa mediante la simbología química elementos, moléculas, átomos, iones (aniones y cationes).
- Identifica algunas propiedades de los metales (maleabilidad, ductilidad, brillo, conductividad térmica y eléctrica) y las relaciona con diferentes aplicaciones tecnológicas.
- Identifica en su comunidad aquellos productos elaborados con diferentes metales (cobre, aluminio, plomo, hierro), con el fin de tomar decisiones para promover su rechazo, reducción, reúso y reciclado.
- Identifica el análisis y la sistematización de resultados como características del trabajo científico realizado por Cannizzaro, al establecer la distinción entre masa molecular y masa atómica.
- Identifica la importancia de la organización y sistematización de elementos con base en su masa atómica, en la tabla periódica de Mendeleev, que lo llevó a la predicción de algunos elementos aún desconocidos.
- Argumenta la importancia y los mecanismos de la comunicación de ideas y productos de la ciencia como una forma de socializar el conocimiento.
- Identifica la información de la tabla periódica, analiza sus regularidades y su importancia en la organización de los elementos químicos.
- Identifica que los átomos de los diferentes elementos se caracterizan por el número de protones que los forman.
- Relaciona la abundancia de elementos (C, H, O, N, P, S) con su importancia para los seres vivos.
- Identifica las partículas e interacciones electrostáticas que mantienen unidos a los átomos.
- Explica las características de los enlaces químicos a partir del modelo de compartición (covalente) y de transferencia de electrones (iónico).
- Identifica que las propiedades de los materiales se explican a través de su estructura (atómica, molecular).
- A partir de situaciones problemáticas, plantea preguntas, actividades a desarrollar y recursos necesarios, considerando los contenidos estudiados en el bloque.
- Plantea estrategias con el fin de dar seguimiento a su proyecto, reorientando su plan en caso de ser necesario.
- Argumenta y comunica, por diversos medios, algunas alternativas para evitar los impactos en la salud o el ambiente de algunos contaminantes.
- Explica y evalúa la importancia de los elementos en la salud y el ambiente.

## Contenidos

### Clasificación de los materiales

- Mezclas y sustancias puras: compuestos y elementos.

### Estructura de los materiales

- Modelo atómico de Bohr.
- Enlace químico.

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

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

### Segunda revolución de la química

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

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

- Regularidades en la tabla periódica de los elementos químicos representativos.
- Carácter metálico, valencia, número y masa atómica.
- Importancia de los elementos químicos para los seres vivos.

### Enlace químico

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

### PROYECTO 2 Ahora tú explora, experimenta y actúa. Integración y aplicación

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

## Temas transversales

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



# Clasificación de los materiales

## Mezclas y sustancias puras: compuestos y elementos

### Aprendizajes esperados

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

Para explicar cómo funciona el Universo, los científicos crean modelos teóricos, que son representaciones de fenómenos naturales, en forma de diagramas, ecuaciones o descripciones verbales que explican las causas, procesos y mecanismos que hay detrás de lo que observamos. Al paso del tiempo, algunos modelos se vuelven cada vez más confiables, en tanto que otros se abandonan a la luz de resultados adversos. Esto hace que el conocimiento científico, del que son parte los modelos, sea un sistema inacabado, en constante cambio. Entre los modelos confiables se cuenta el modelo corpuscular de la materia, que ya estudiaste y que retomaremos en esta secuencia.



### Actividad de inicio

#### Analiza: ¿Qué características considerar para clasificar los objetos?

Observa los objetos de la figura 2.1 y agrúpalos de acuerdo con las características que se te ocurran.



Figura 2.1 Objetos diversos.

1. ¿Cuáles características consideraste para agruparlos?
2. ¿Para qué sirve agrupar los objetos con base en ciertas características?

Si tuvieras instrumentos para ver con más detalle estos objetos o pudieras experimentar con ellos, ¿los agruparías de diferente manera? ¿Por qué?

### ¿Qué es clasificar?

¿Alguna vez has visitado un mercado o un supermercado? Si buscas un producto específico, ¿qué haces?, ¿cómo lo encuentras? Generalmente en un pasillo puedes encontrar frutas, en otro abarrotes, en otro galletas o carne por ejemplo; es decir, están agrupados por tipo de producto. Agrupar objetos de acuerdo con ciertas características es una actividad de clasificación, es decir, agrupar es lo mismo que *clasificar* (figura 2.2). Clasificar implica observar, reconocer, diferenciar y comprender las propiedades de los objetos que se están analizando; también es un método sumamente útil para organizar y sistematizar el conocimiento del mundo que nos rodea.



Figura 2.2 Clasificar es agrupar aquello que tiene características similares. En la figura, se clasifica de acuerdo con el tipo de fruta o verdura.

Mediante esta actividad buscamos, dentro de un gran conjunto de objetos, aquellos que tienen características similares y que puedan agruparse en un nuevo conjunto. A la suma de las características que tienen en común todos los miembros de un grupo se le llama *criterios de clasificación*.

De la misma manera en que los farmacéuticos pueden clasificar los medicamentos de acuerdo con el tipo de malestar que alivian o curan, y los bibliotecarios clasifican los libros de acuerdo con el tema que tratan o con su género literario, los químicos clasifican los materiales por sus propiedades; sin embargo, existen tantos en el Universo y sus propiedades son tan variadas, que es posible utilizar diferentes criterios de clasificación, como verás en la siguiente actividad.

### Te invito a...

Leer el artículo Bonfil Olivera, Martín, "¿Para qué sirve la ciencia?", en *¿Cómo ves?*, núm. 76, marzo de 2005, disponible en [www.edutics.com.mx/JhT](http://www.edutics.com.mx/JhT) (Consulta: 21 de enero de 2019), para saber más acerca de cuál es la importancia de clasificar.

### Actividad

#### Clasifica y concluye: ¿Qué criterios de clasificación conoces?

1. Completa la tabla 2.1 con un compañero, considerando el criterio que se indica.

Tabla 2.1 Clasificación de materiales basada en distintos criterios				
Criterio	Materiales	Clasificación de los materiales		
¿Cuál es su estado de agregación?	Agua de limón	Sólido <input type="checkbox"/>	Líquido <input type="checkbox"/>	Gaseoso <input type="checkbox"/>
	Hierro	Sólido <input type="checkbox"/>	Líquido <input type="checkbox"/>	Gaseoso <input type="checkbox"/>
	Gas butano o LP	Sólido <input type="checkbox"/>	Líquido <input type="checkbox"/>	Gaseoso <input type="checkbox"/>
¿De qué color es?	Agua de limón			
	Hierro			
	Gas butano o LP			
¿Es inflamable?	Agua de limón	Sí <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	
	Hierro	Sí <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	
	Gas butano o LP	Sí <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	
¿Es tóxico?	Agua de limón	Sí <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	
	Hierro	Sí <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	
	Gas butano o LP	Sí <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	
¿Se oxida?	Agua de limón	Sí <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	
	Hierro	Sí <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	
	Gas butano o LP	Sí <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	
¿Es ácido?	Agua de limón	Sí <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	
	Hierro	Sí <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	
	Gas butano o LP	Sí <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	
¿Conduce la electricidad?	Agua de limón	Conductor <input type="checkbox"/>	Semiconductor <input type="checkbox"/>	Aislante <input type="checkbox"/>
	Hierro	Conductor <input type="checkbox"/>	Semiconductor <input type="checkbox"/>	Aislante <input type="checkbox"/>
	Gas butano o LP	Conductor <input type="checkbox"/>	Semiconductor <input type="checkbox"/>	Aislante <input type="checkbox"/>

Comenten con el grupo qué otros criterios pueden ser útiles para clasificar materiales en química.

### Perspectivas

El átomo es la partícula básica de la materia, formada a su vez por las partículas subatómicas protón, neutrón y electrón. Los átomos de un mismo tipo constituyen un elemento químico con una identidad y propiedades únicas.



**Figura 2.3** Durante la destilación del petróleo se obtienen diferentes compuestos hidrocarburos. En las torres de destilación, como las de la imagen, se va separando cada componente en cada nivel de altura de la torre. Por esto son muy altas.

**Mineral.** Sustancia inorgánica que presenta una composición química definida en la que se encuentran átomos metálicos y no metálicos.



**Figura 2.4** La calcosina es un mineral formado por cobre y azufre.

### Los materiales: las mezclas y las sustancias puras

En la secuencia 3 estudiaste las diferencias y similitudes de las mezclas homogéneas y heterogéneas, así como los métodos mediante los cuales se pueden separar sus componentes. Recuerda que las mezclas están formadas por dos o más componentes, razón por la cual no se consideran sustancias puras, es decir, sustancias formadas únicamente por un componente, con propiedades bien definidas y que no se pueden separar en componentes más simples mediante procesos físicos. El petróleo, por ejemplo, es una mezcla de cientos de sustancias puras. Como mezcla no es de mucha utilidad, por lo que se separa en sus componentes mediante un proceso llamado destilación fraccionada (figura 2.3).

En general, el concepto de *sustancia* implica materia, la cual tiene propiedades definidas y su composición no varía de una muestra a otra. En este sentido también se puede considerar como pura. En esta secuencia le llamaremos *sustancia pura* a todas las sustancias, y *mezcla* cuando hay evidencia de que hay más de una sustancia presente.

Las sustancias puras, a su vez, se clasifican en elementos y compuestos. Los *compuestos* están formados por átomos de distintos elementos, por ejemplo, el agua ( $H_2O$ ); mientras que los *elementos* están formados por átomos del mismo tipo, por ejemplo el oxígeno (O) y el hidrógeno (H).

Muchos de los compuestos que forman el petróleo son hidrocarburos, es decir, compuestos constituidos únicamente por carbono (C) e hidrógeno (H), que son elementos.

Otros ejemplos de elementos son los metales como el oro (Au), el cobre (Cu), la plata (Ag) o el hierro (Fe), los cuales también se combinan con otros elementos para formar minerales. Al someterse a procesos químicos, los minerales pueden descomponerse en los elementos que los constituyen.

Por ejemplo, a partir del **mineral** calcosina ( $Cu_2S$ ) (figura 2.4) se obtiene el elemento cobre (Cu), y a partir de la hematita ( $Fe_2O_3$ ) se obtiene el hierro (Fe).

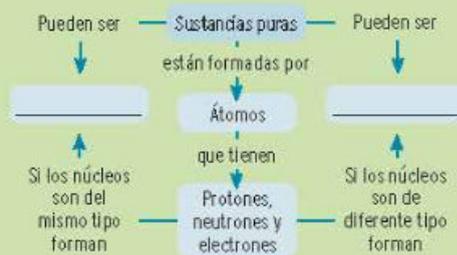
En tu curso de Ciencias 2 estudiaste que los átomos están formados por electrones, protones y neutrones, y que la cantidad de protones (que están en el núcleo) es la que determina la identidad del elemento.

### Actividad

**Analiza y concluye: ¿Sabes cómo distinguir elementos, compuestos y mezclas?**

1. En equipo completen el organizador gráfico y respondan.

- ¿Cuáles son los criterios que les permiten distinguir entre elementos y compuestos?
- ¿Por qué no se incluyeron las mezclas en este esquema?
- Elaboren en su bitácora una lista de sustancias puras en su entorno y clasifíquenlas en elementos y compuestos.



2. En equipo observen la figura 2.5.

Elaboren en su cuaderno una tabla como la siguiente (agreguen las filas que hagan falta) en la que anoten los objetos de la imagen en la columna "Muestra" e indiquen con un cotejo cuáles son mezclas, cuáles compuestos y cuáles son elementos, de acuerdo con su composición. Siguen el ejemplo:

Muestra	Sustancias puras		Mezclas
	Elementos	Compuestos	
Limónada			✓
Jarrón			

3. Analicen y contesten.

- ¿Encontraron alguna sustancia pura? Comparen su clasificación con la de otros equipos y modifíquela si es necesario después de la discusión. ¿A qué piensan que se debe la diferencia en la proporción de mezclas y sustancias puras que nos rodean?
- Elijan de la imagen una mezcla y dos sustancias puras (un compuesto y un elemento) y elaboren para cada uno un esquema que muestre cómo se imaginan que son a nivel microscópico. Usen colores para diferenciar los átomos y acuerdense del modelo cinético molecular o corpuscular que vieron en su curso de Ciencias 2.
- ¿Les fue fácil encontrar elementos y compuestos entre los objetos de la imagen? ¿Qué nos dice esto acerca de la naturaleza de los elementos, los compuestos y las mezclas? Discutan sus resultados con el grupo y validenlos con su profesor.



**Figura 2.5** Objetos de diferente composición.

### Modelo corpuscular

El afán por clasificar se extiende hasta aquello que no podemos percibir porque escapa a nuestros sentidos. Una pregunta que se hacían los seres humanos en la Antigüedad griega era ¿qué pasaría si pudiéramos dividir los objetos indefinidamente? A manera de ejemplo, si partimos una roca, obtendremos dos trozos de roca más pequeños; si repetimos la partición, obtendremos cuatro. Y así podemos seguir. ¿Existe un límite a este proceso, es decir, hay un punto en el cual ya no es posible partir más los trozos? ¿O podemos partir los trozos sin fin?

Plantear esta pregunta nos lleva al terreno de lo microscópico, un nivel de organización que es tan pequeño que tenemos que modelar lo que contiene, —en oposición al mundo macroscópico, al cual pertenecen todas las cosas que podemos ver y tocar—. A este mundo pertenecen los átomos, pequeños cuerpos —o corpúsculos— que, al unirse, forman los compuestos o las mezclas propias de los objetos que nos rodean y con los que interactuamos.

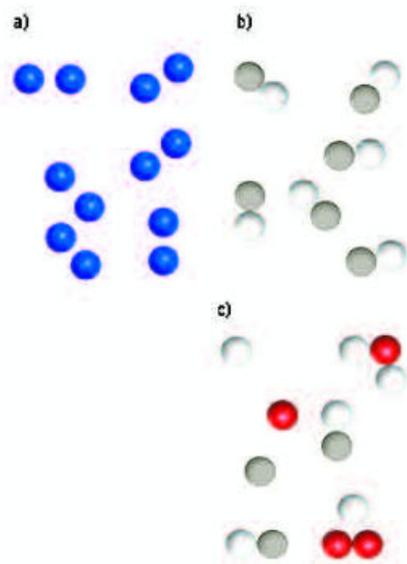
### Te invito a...

consultar el capítulo de García-Colín Scherer, Leopoldo, El modelo cinético de un gas, en *Y sin embargo se mueven... Teoría Cinética de la materia*, México, SEP-Conacyt, 1995 (La ciencia para todos).

García-Colín, Leopoldo, *Y sin embargo se mueven... Teoría cinética de la materia*, México, SEP-FCE-Conacyt, 1995 (La ciencia para todos).

### Perspectivas

El prefijo *micro* tiene varios usos tanto en ciencia y tecnología como en la vida cotidiana. Por ejemplo, recordarás que en biología, es muy común utilizarlo para referirse a los microorganismos o al microscopio, tanto para hacer referencia a lo que no podemos ver a simple vista, como para nombrar los dispositivos que nos permiten hacerlo. En general, este prefijo se utiliza para referirse a todo lo que es muy pequeño, independientemente de qué tan pequeño sea. En este libro, utilizaremos el vocablo "microscópico" para referirnos a los tamaños concernientes al modelo corpuscular como son los de los átomos. En la secuencia 15, tendrás oportunidad de estudiar y relacionar tamaños de diversos cuerpos de la naturaleza.



**Figura 2.6** Representación, mediante el modelo corpuscular de: a) elemento gaseoso, b) compuesto gaseoso, c) mezcla gaseosa.

En las secciones anteriores clasificamos los materiales en mezclas y sustancias puras (compuestos y elementos). Pero, ¿cómo le hacemos para clasificarlas a nivel microscópico?

Antes de responder a esta pregunta, conviene recordar que, como viste en tu curso de Ciencias 2, un modelo es una representación de la realidad que nos permite entender la naturaleza y explicar los fenómenos y cambios que ocurren en ella. Para estudiar el mundo invisible de lo microscópico necesitamos de modelos. Uno de estos es el modelo cinético molecular o corpuscular, que explica cómo se organiza la materia a este nivel, y parte de las siguientes premisas:

- Toda la materia está formada por partículas o corpúsculos.
- Estas partículas pueden ser representadas por esferas sólidas.
- Entre las partículas existe vacío.
- Las partículas están en constante movimiento y existe interacción entre ellas.

Este modelo explica las propiedades macroscópicas de la materia. Por ejemplo, el hecho de que los gases ejerzan una fuerza sobre cada punto de las paredes del recipiente que los contiene se explica porque sus partículas, al estar en movimiento, chocan con dichas paredes. La *presión* es, pues, una magnitud macroscópica indicadora del número de choques que se producen (por unidad de tiempo y de área) y de la intensidad de esos choques. Al comprimir un gas, aumenta el número de choques de las partículas con las paredes del recipiente y, por tanto, aumenta la presión. En cuanto a la temperatura, al aumentar ésta, aumenta también la cantidad de choques entre las partículas y las paredes.

Con el modelo cinético corpuscular también pueden representarse mezclas o sustancias puras a nivel microscópico. Si representamos a los átomos como pequeñas esferas rígidas y a las moléculas como esferas que están unidas entre sí, podemos ilustrar el elemento, el compuesto y la mezcla como se muestra en la figura 2.6. ¿Cuántos elementos y cuántos compuestos puedes encontrar?

Desde el punto de vista del modelo corpuscular, un elemento está formado por corpúsculos —ya dijimos que los químicos les llaman átomos— del mismo tipo y con las mismas características. Por ejemplo, uno de los modelos se muestra en color azul (figura 2.6a). Los corpúsculos pueden estar físicamente en contacto, como se muestra en la figura, o moviéndose libremente por separado.

En el caso de un compuesto (figura 2.6b), dos o más corpúsculos diferentes (de color blanco y de color gris, en la figura) se unen químicamente, y se desplazan juntos por el espacio. Por último, en una mezcla (figura 2.6c) tenemos elementos (las esferas aisladas en la figura, blancas, rojas y grises) y compuestos (la esfera roja junto con las dos esferas blancas, por ejemplo) mezclados.

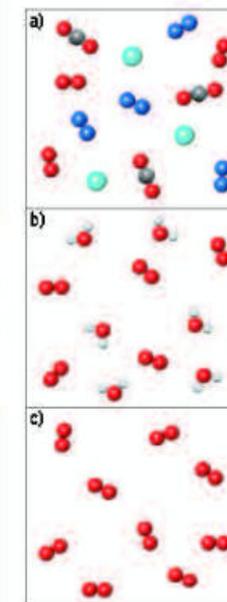
### Actividad

**Representa:** ¿Puedes diferenciar entre una mezcla, un compuesto y un elemento?

Observa las figuras 2.6 y 2.7 y, usando el modelo corpuscular, representa en tu cuaderno una mezcla, un compuesto y un elemento diferentes a los que se ilustran.

¿Qué diferencia un elemento de un compuesto?, ¿y un compuesto de una mezcla?

Muestra tu representación a algunos compañeros y compárenlas. Comenten sus respuestas en grupo.



**Figura 2.7** Representaciones de a) oxígeno en el aire, b) oxígeno disuelto en agua y c) oxígeno puro. En a), el oxígeno está mezclado con dióxido de carbono, nitrógeno y argón, mientras que en b) lo está con agua.

### Actividad

**Analiza:** ¿Existen otros materiales?

Lee y responde.

Las casas hechas a base de tabique y concreto son resistentes a la intemperie y de larga duración. Desafortunadamente, al fabricar tabiques y cemento, entre otros problemas, se generan partículas de polvo muy finas que contaminan la atmósfera y ponen en riesgo la salud, principalmente de quien vive y trabaja en el entorno de este tipo de fábricas.

1. ¿Consideras que es conveniente usar estas mezclas en la construcción?, ¿por qué?
2. ¿Qué otras mezclas o compuestos se te ocurre que podrían ser empleados en la construcción? Mediante una lluvia de ideas, analicen con todo el grupo los otros materiales posibles.

### Actividad de cierre

**Aplica:** ¿Cómo identificar y clasificar los materiales?

Es momento de que reflexiones sobre las preguntas del inicio de esta secuencia.

Observa la figura 2.8 y responde.

1. ¿Qué contiene la botella?
2. ¿Es una sustancia pura el contenido de la botella?, ¿cómo puedes saber si tiene otras sustancias puras?, ¿o eres vivos? ¿Qué tipo de información obtendrías si utilizaras un microscopio para observar una muestra del contenido de la botella?
3. ¿Cómo puedes mejorar la clasificación que hiciste al inicio de esta secuencia?
4. ¿Puedes clasificar los objetos de la situación inicial en elementos, compuestos y mezclas?, ¿cómo lo harías?

Comparte tus resultados con tus compañeros.



**Figura 2.8** Botella con líquido sin identificar.

### Perspectivas

La reflexión sobre las siguientes preguntas te puede ayudar en la elección del tema que desarrollarás al final de este bloque.

Cuando consumimos alimentos, ¿ingerimos directamente elementos químicos?

¿Conoces alguna enfermedad debida a la falta de algún elemento? ¿Has oído de la anemia? ¿En qué consiste?

¿Cuáles son los elementos considerados "metales pesados"?

### Aprendizajes logrados

Durante esta secuencia aprendiste a establecer criterios para clasificar los materiales que te rodean en sustancias puras y mezclas. Aprendiste a identificar mezclas, compuestos y elementos, así como a representarlos con base en el modelo corpuscular.

Modelo atómico de Bohr

Aprendizajes esperados

- Identifica los componentes del modelo atómico de Bohr (protones, neutrones y electrones), así como la función de los electrones de valencia para comprender la estructura de los materiales.
- Representa el enlace químico mediante los electrones de valencia a partir de la estructura de Lewis.
- Representa mediante la simbología química elementos, moléculas, átomos, iones (aniones y cationes).

Podría pensarse que, con el descubrimiento del átomo, quedó resuelta la pregunta “¿de qué está hecha la materia?” Pero los químicos —y los científicos en general— rara vez se conforman con las respuestas que consiguen. Se preguntaron ¿de qué estarían hechos los átomos? De esto trata esta secuencia, de cómo se investigó la composición del átomo. ¡Ah!, pero antes de que empieces a leer, te recordamos: los modelos atómicos son representaciones de la realidad, no la realidad en sí, y confiamos en ellos porque nos explican de manera coherente lo que ocurre en el mundo que habitamos, y nos permiten actuar sobre él.



Actividad de inicio

Lee y reflexiona: ¿Cómo identifican los astrofísicos las sustancias lejanas a la Tierra?

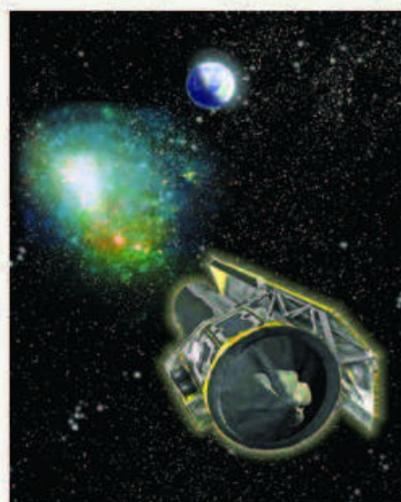


Figura 2.9 Telescopio espacial Spitzer.

En el año 2005, un grupo de astrofísicos que estudiaban una galaxia ubicada a 12 millones de años luz de la Tierra encontraron evidencias que sugerían la presencia de sustancias ricas en carbono y nitrógeno, llamados hidrocarburos policíclicos aromáticos (o HPA, por sus siglas en inglés). En los seres vivos, estas sustancias forman parte esencial del ácido desoxirribonucleico (ADN), de la hemoglobina —la proteína que transporta el oxígeno por el cuerpo— y de la clorofila —la proteína que permite a las plantas usar la luz solar para producir sus alimentos. Anteriormente se creía que sustancias como los HPA sólo se producían en la Tierra, como parte del metabolismo de los seres vivos. A raíz de este descubrimiento, los científicos ahora creen que también se producen en la periferia de estrellas moribundas y se esparcen por el espacio interestelar gracias al viento solar.

Los científicos responsables del estudio usaron el telescopio espacial Spitzer para detectar la “huella digital” o señal química específica de los HPA. Este hallazgo se suma al descubrimiento de aminoácidos —otra clase de sustancias ricas en nitrógeno y carbono, también esenciales para la vida en la Tierra— en el polvo interestelar.

Fuente: Adaptado de [www.edutics.mx/ou/d](http://www.edutics.mx/ou/d) (consulta: 21 de enero de 2019).

Responde.

1. ¿Qué es un átomo? ¿Qué es una molécula? ¿Cómo se relacionan? ¿Qué ejemplos de cada uno se mencionan en la nota?
2. ¿Qué diferencia hay entre un átomo y un elemento? ¿Qué es un compuesto?
3. ¿Cómo se unen los átomos de los elementos para formar compuestos?, ¿por qué es relevante este proceso?
4. ¿De qué manera conocer el modelo de Bohr nos sirve para identificar un elemento y predecir su comportamiento químico? ¿Cómo identificaron los astrofísicos las moléculas de HPA?

Comparte tus resultados y opiniones con el resto del grupo.

El modelo atómico propuesto por Bohr

En el siglo XIX, Robert Wilhelm Bunsen (1811-1899) observó que al calentar diferentes elementos en estado gaseoso emitían energía en forma de luz y que al pasar ésta por un prisma se obtenían unas bandas de luz de distintos colores; a estos registros se les denominó *espectros de emisión*.

Los espectros de emisión eran únicos y específicos para cada elemento, es decir, cada elemento emitía un espectro diferente y exclusivo, como si se tratara de una “huella digital” (figura 2.10). Ésta era una observación experimental para la que, en ese momento, no había explicación.

El físico danés Niels Bohr (1885-1962) estudió conjuntamente los espectros de emisión y el modelo atómico del físico y químico neozelandés Ernest Rutherford (1871-1937). Bohr sabía que la luz (como toda radiación electromagnética) estaba asociada a una frecuencia y, por tanto, a una energía, de modo que podía calcular la energía correspondiente a cada línea de luz de un espectro de emisión. Para facilitar su análisis, comenzó su investigación con el átomo de hidrógeno, ya que es el más sencillo de todos al constar sólo de un electrón y de un protón. Siguiendo el modelo atómico de Rutherford, Bohr supuso que el electrón giraría en una trayectoria circular alrededor del núcleo. Conociendo la masa del núcleo, la del electrón, la fuerza electrostática entre ellos y los radios atómico y nuclear, determinó los radios de las posibles trayectorias en las que el electrón podía girar y las llamó *niveles energéticos* porque correspondían a una energía específica asociada al movimiento y a la velocidad del electrón.

Bohr supuso que el electrón del átomo de hidrógeno normalmente estaría en el nivel de menor energía, el más cercano al núcleo, pero que podía pasar a otros niveles si recibía suficiente energía externa; eventualmente, el electrón regresaría al nivel menos energético y, cuando esto sucediera, emitiría el excedente de energía en forma de luz, que correspondería a una línea de luz en el espectro de emisión (figura 2.11).

En el *modelo de Bohr*, el núcleo del átomo se ubica en el centro y los *electrones* se encuentran en diferentes niveles energéticos con valores de energía fijos. El núcleo está constituido por *protones* (con carga positiva) y *neutrones* (sin carga). Debido a que los átomos son eléctricamente neutros, el número de protones y de electrones es igual, es decir, si conoces el número de protones, automáticamente conoces su número de electrones. Como cada elemento tiene un número distinto de electrones y de niveles de energía específicos, sus espectros también son diferentes. ¿Cómo puedes relacionar esto con la situación de inicio?

Cabe destacar que el modelo de Bohr explicó asombrosamente bien el átomo de hidrógeno en donde un electrón gira en una órbita circular con cierta energía. A partir de este resultado, Bohr extendió su modelo a átomos con más electrones asumiendo también que girarían en órbitas circulares concéntricas en un mismo plano a las cuales llamó anillos, cada uno correspondido con un nivel de energía. Este modelo, con dos o más electrones, ya no dio resultados satisfactorios más que de tipo cualitativo, pero sirvió de punto de partida para modelos posteriores en

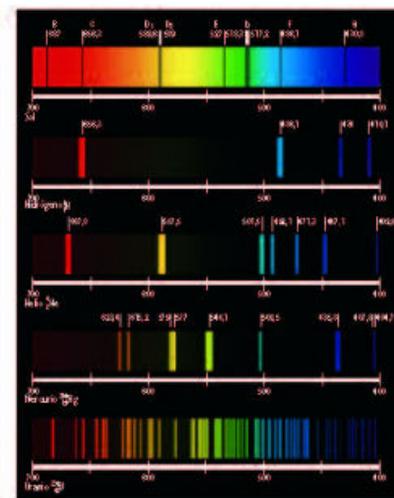


Figura 2.10 Espectros de emisión del hidrógeno (H), helio (He), mercurio (Hg) y uranio (U). Fíjate cómo cada uno tiene líneas en diferentes posiciones. Los espectros de emisión se usan, entre otras cosas, para identificar de qué están hechas las cosas. Por ejemplo, en el renglón superior se muestra el espectro de emisión del Sol, que se obtiene haciendo pasar su luz por un prisma. Dos de sus señales más intensas —las bandas roja y azul cielo— son muy parecidas en energía a las del hidrógeno y el helio, respectivamente. Esto implica que, entre otros componentes, el Sol está hecho principalmente de esos elementos.

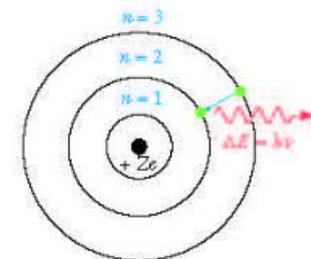


Figura 2.11 Representación del modelo atómico de Bohr para el átomo de hidrógeno. El electrón puede girar alrededor del núcleo en niveles energéticos fijos. Cuando un electrón pasa de un nivel de energía mayor a uno menor, emite luz que se registra como un espectro.

**Te invito a...**

Leer el libro escrito por Noreña, Francisco, *Dentro del átomo*, México, SEP, 2004 (Libros del Rincón), para conocer más acerca del átomo.

los que las posiciones y las velocidades de los electrones alrededor del núcleo atómico se conocen sólo de manera aproximada (no ubicados en órbitas que representan trayectorias regulares definidas). Lo que sí se puede conocer con precisión son las energías asociadas con el movimiento de los electrones, de ahí que el concepto de nivel energético, proveniente del modelo de Bohr, siga empleándose en la actualidad.

En resumen, para explicar el movimiento electrónico en el átomo es necesario prescindir del concepto de trayectoria, siendo posible describir de manera adecuada a los electrones en función del nivel energético en que se encuentren. Otro concepto vigente todavía —que también tuvo en cuenta Bohr— es el de electrón de valencia que mencionaremos más adelante.

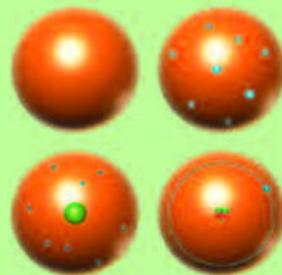
**Actividad**

**Identifica: ¿Qué modelos atómicos has estudiado hasta el momento?**

En tu curso de Ciencias 2 estudiaste algunos modelos atómicos propuestos por varios científicos, ¿recuerdas? Todos ellos trataban de explicar algún fenómeno. Observa la figura 2.12 y responde las preguntas.

1. Asigna el nombre que corresponde a cada uno de los modelos: de Rutherford, Bohr, Dalton y Thomson. Compara tus resultados con los de tus compañeros. Si hay diferencias, discútanlas y lleguen a acuerdos.
2. ¿Cuáles son las características generales de cada modelo?
3. ¿Qué descubrimientos dieron lugar a los distintos modelos atómicos?
4. ¿Cuáles son las limitaciones de cada uno de ellos?
5. ¿Qué comparte el modelo de Bohr con los otros?

En la historia de la ciencia ocurre a veces que los científicos abandonan por completo un modelo para adoptar otro diferente. En otras ocasiones, los científicos construyen sus modelos mejorando otros ya existentes. El modelo de Bohr, ¿te parece un caso de la primera situación o de la segunda? ¿Por qué? Coméntalo con tus compañeros.

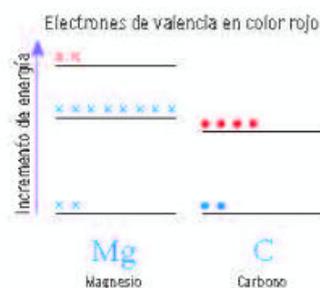


**Figura 2.12** Modelos atómicos de la ciencia moderna (que comenzó en el siglo xvi).

**Organización de los electrones en el átomo: electrones internos y externos**

Imagina que un átomo, de acuerdo con el modelo Bohr, es como un estadio de fútbol. ¿En qué filas de las gradas hay más lugares para los espectadores, en las más cercanas o en las más alejadas de la cancha? Análogamente, ¿en qué niveles de energía del átomo cabrán más electrones, en las más cercanas al núcleo o en las más alejadas? Así como la gente prefiere sentarse en los primeros lugares, los electrones de un átomo tienden a ocupar primero los lugares cercanos al núcleo y en los niveles de energía cercanos al núcleo caben menos electrones que en los más alejados. Específicamente, en el primer nivel caben dos electrones, en el segundo ocho y en el tercero 18. Por ejemplo, el átomo de litio tiene tres electrones. Esto quiere decir que primero se llena el nivel de energía más cercano al núcleo con dos electrones, en tanto que el tercer electrón ocupa un lugar en el segundo nivel. Si los niveles de energía más cercanos al núcleo tienen menor energía, entonces los electrones en el primer nivel tienen menos energía que los electrones en el segundo, y éstos menos que los del tercero. Y así sucesivamente (figura 2.13).

En el curso de Ciencias 2 viste que los electrones interactúan con el núcleo mediante fuerzas eléctricas de atracción, y que la fuerza eléctrica disminuye de manera inversa con el cuadrado de la distancia que separa las cargas. En un átomo, ¿qué elec-



**Figura 2.13** En el átomo de magnesio, que tiene 12 electrones, dos se acomodan en el primer nivel, ocho en el segundo y los dos restantes, en el tercero. En el caso del carbono, que tiene seis electrones, en el primer nivel de energía se acomodan los primeros dos, y los cuatro restantes quedan como electrones externos o de valencia.

trones serán atraídos con mayor fuerza al núcleo, los de los niveles cercanos o los de los más alejados? A los primeros se les conoce como *electrones internos*, y a los del último nivel energético, *electrones externos* o *electrones de valencia*.

**Actividad**

**Construye: ¿Cuál es la importancia de los electrones de valencia?**

En la figura 2.14, los electrones están "sentados" en las gradas o filas de un teatro que representan los niveles de energía de un átomo; el núcleo estaría en el escenario. Las butacas están representadas por los espacios en cada fila, y corresponden a los lugares que pueden ocupar los electrones en cada nivel de energía.

Con diagramas que dibujes en tu cuaderno, acomoda en las gradas los electrones de los átomos de los siguientes elementos indicados con su cantidad de electrones: litio ( ${}_{3}\text{Li}$ ), magnesio ( ${}_{12}\text{Mg}$ ), boro ( ${}_{5}\text{B}$ ), carbono ( ${}_{6}\text{C}$ ), nitrógeno ( ${}_{7}\text{N}$ ), oxígeno ( ${}_{8}\text{O}$ ), flúor ( ${}_{9}\text{F}$ ), neón ( ${}_{10}\text{Ne}$ ) y argón ( ${}_{18}\text{Ar}$ ). Recuerda que primero deben llenarse los lugares más cercanos al escenario. Hazlo como en el ejemplo del calcio representado en la figura, en la que en el primer nivel de energía hay 2 electrones, en el segundo 8 electrones, en el tercer nivel 8, y 2 electrones, que serán los de valencia, en el último nivel de energía (en la figura se señalan en rojo).

Responde lo siguiente.

1. Si decimos que los electrones de valencia son los últimos en acomodarse en las filas, ¿cuántos electrones de valencia tendría cada elemento? Coloca esta cantidad debajo de cada diagrama.
2. ¿Qué elementos llenaron totalmente el último nivel energético?
3. ¿Cuáles no llenan su último nivel? Si éstos no tienen más electrones, ¿pueden llenarlo con electrones de otro u otros átomos?, ¿cómo?
4. De la lista de elementos,  ${}_{3}\text{Li}$  y  ${}_{9}\text{F}$  son sumamente reactivos químicamente, es decir, participan en reacciones químicas con facilidad;  ${}_{12}\text{Mg}$  y  ${}_{8}\text{O}$  son también muy reactivos, pero no tanto como los dos anteriores; por último,  ${}_{10}\text{Ne}$  y  ${}_{18}\text{Ar}$  no son nada reactivos. ¿Notas alguna relación entre la reactividad y la distribución de los electrones de valencia de los elementos?
5. De acuerdo con lo anterior, ¿cuál de los siguientes elementos será el más reactivo, y cuál el menos reactivo:  ${}_{5}\text{B}$ ,  ${}_{6}\text{C}$  y  ${}_{7}\text{N}$ ?
6. ¿Qué función crees que cumplen los electrones del último nivel?

Compara tus respuestas con las de tus compañeros y en grupo lleguen a una conclusión.

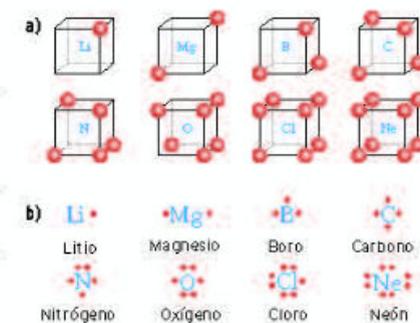


**Figura 2.14** Representación de los niveles de energía de un átomo.

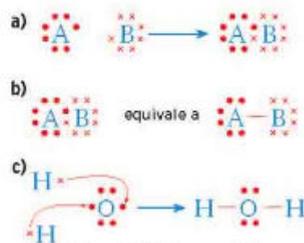
**Enlace químico**

Como los electrones de valencia son los más alejados del núcleo —y los más débilmente atraídos por él—, tienen la mayor posibilidad de interactuar con otros átomos. Más adelante estudiarás con detalle el enlace químico y algunos de los tipos de enlace que se forman cuando ocurren estas situaciones.

Los electrones de valencia son los responsables de la formación de los enlaces químicos y, por tanto, de la existencia de los compuestos que forman la mayoría de las sustancias que conocemos. Los átomos que llenan su último nivel con ocho electrones (como el neón y el argón en la actividad anterior) son átomos estables, es decir, que tienden a permanecer solos, sin formar enlaces con otros átomos. En cambio, los átomos que no llenan sus últimos niveles tienden a complementarlos hasta conseguir ocho electrones (como el flúor), ya sea tomando electrones de otro átomo, cediéndolos o compartiéndolos. A esta tendencia de los átomos a mantener ocho electrones en su último nivel —o, en general, a mantener completamente lleno su último nivel de energía— se le conoce como la *regla del octeto*.



**Figura 2.15** Representaciones de Lewis y Kossel. a) Modelo de Lewis y Kossel para ilustrar la distribución de los electrones de valencia de un átomo en un cubo. b) Primera simplificación del modelo con puntos conocida como *puntos de Lewis*.



**Figura 2.16** Representaciones de Lewis. a) Representación de Lewis de la formación de un compuesto con dos átomos, A y B; b) el enlace como el compartir electrones; c) estructuras de Lewis aplicadas a la formación de la molécula de agua. Las cruces se emplean para distinguir los electrones de valencia del átomo B de los del A.

**Modelo de Lewis y enlace de valencia**

Para explicar la formación de compuestos, el químico estadounidense Gilbert Newton Lewis (1875-1946) y el físico alemán Walter Kossel (1888-1956) desarrollaron un modelo que representa los electrones de valencia como puntos en las aristas de un cubo en cuyo centro se ubicaría el núcleo atómico. Un cubo con 8 aristas ocupadas representa un átomo estable (figura 2.15a, página 83). Por comodidad se ha dejado de dibujar el cubo y se anotan solamente los símbolos de los elementos con los puntos correspondientes a los electrones de valencia alrededor. Esta es la *estructura* o el *modelo de Lewis* (figura 2.15b).

Volvamos a la regla del octeto. En las estructuras de Lewis (figura 2.16), el átomo A se combina con el átomo B para formar un compuesto. Al final, cada átomo queda rodeado por ocho electrones, adquiriendo ambos la estabilidad de los elementos que tienen ocho electrones en su nivel energético de valencia (figura 2.16a). Se dice que los electrones compartidos en una molécula forman un *enlace* entre los átomos. Cada par de electrones que forman un enlace se representa por una línea en la estructura de Lewis (figura 2.16b). Sin embargo, las moléculas pueden tener más de dos átomos. Observa en la figura 2.16c las estructuras de Lewis que representan la unión de dos átomos de hidrógeno con uno de oxígeno para formar una molécula de agua.

**Actividad**

**Resuelve:** ¿Cómo se representan los electrones de valencia?

Dibuja las estructuras de Lewis para las siguientes moléculas. Toma los datos de electrones de valencia de la tabla que llenaste en la actividad previa.

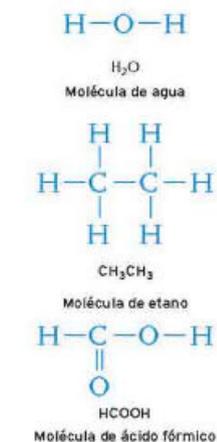
- a) CH<sub>4</sub>   b) MgH<sub>2</sub>   c) CH<sub>3</sub>CH<sub>3</sub>   d) NaBr   e) CaO   f) KF

**Representación química de elementos, moléculas, átomos e iones**

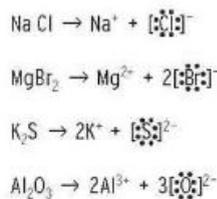
Con estructuras de Lewis, sólo incluimos los electrones de valencia y la manera en que se forman los enlaces. Para representar moléculas se emplea la forma desarrollada que tiene como base la estructura de Lewis, sólo que en la unión de los átomos únicamente se muestran los enlaces mediante líneas, como se ve en la figura 2.17, señalado en azul. Una forma más sencilla es la semidesarrollada, en la que se muestran los símbolos de los elementos que forman el compuesto, el número de ellos (mediante subíndices, cuando es distinto de 1) y cierto orden en el que se acomodan al formar la molécula. Por último, en la forma condensada sólo se indica el tipo y número total de átomos que forman una molécula, como se puede ver en la misma figura, en color negro. En el bloque 3, veremos otras representaciones.

Dada la débil atracción entre el núcleo y los electrones de valencia, si un átomo o molécula recibe la energía exterior suficiente puede perder uno o varios electrones de valencia; cuando esto sucede el átomo o la molécula queda cargada positivamente. Por otro lado, si un átomo o molécula tiene la fuerza de atracción suficiente para hacerse de uno o varios electrones adicionales, queda con carga negativa. A los átomos o moléculas con carga eléctrica se les denomina *iones*. A los iones positivos se les llama *cationes*, y a los iones negativos, *aniones*.

Para representar iones mediante estructuras de Lewis, basta con quitar o poner puntos: si un átomo o molécula pierde electrones y adquiere una carga positiva se le adiciona un superíndice (un número que indica cuántos electrones perdió) y un signo positivo (para indicar la carga neta adquirida). En el caso de los aniones, se agrega el superíndice y



**Figura 2.17** Estructuras de Lewis para compuestos covalentes.



**Figura 2.18** Diferentes representaciones de moléculas.

en lugar del signo positivo, un signo negativo. Si la ganancia o pérdida es de un electrón, es costumbre sólo indicar el signo de la carga iónica. Observa la figura 2.18, página 84.

**Actividad**

**Analiza y responde:** ¿Puedo identificar los componentes de los átomos?

1. Llena la tabla 2.3. Si es necesario completa la información en la nomenclatura de cada átomo. Observa el ejemplo de la primera línea.

Compara tu tabla con la de un compañero y pidan a su maestro que valide sus resultados.

Tabla 2.3 Protones y electrones en átomos neutros e iones

Átomo	Número de protones	Número de electrones	¿Cuántos electrones ganó o perdió?
Na <sup>+</sup>	11	10	Perdió 1
Mg <sup>2+</sup>			
O <sup>2-</sup>	8		
Cl <sup>-</sup>			
U			
K	19		0
Rb <sup>+</sup>	37		Perdió 1
I <sup>-</sup>			

Después de estudiar diferentes modelos del átomo, te invitamos a reflexionar y concluir algunas ideas al respecto.

**Actividad**

**Analiza:** ¿Qué importancia tiene apoyar la investigación científica?

Cuando, en el siglo pasado, científicos como Bunsen, Bohr y Lewis llevaron a cabo sus estudios, no buscaban resolver ningún problema práctico o desarrollar algún producto tecnológico. Simplemente tenían curiosidad por saber qué significaban las líneas de un espectro, o cómo se unían los átomos. En la actualidad, muchos científicos también llevan a cabo investigaciones sin ningún fin práctico. ¿Crees que valga la pena que el gobierno apoye económicamente esta clase de investigaciones o conviene mejor que apoye aquellas que resuelvan problemas acuciantes, como el hambre o las enfermedades? ¿Por qué? Argumenta tu postura ante tus compañeros.

**Actividad de cierre**

**Reflexiona:** ¿Cómo se pueden detectar e identificar elementos lejanos del Universo?

Es momento de que reflexiones sobre las preguntas del inicio de esta secuencia. Con lo que aprendiste hasta ahora y apoyándote en la figura 2.16, página 84, responde.

- De acuerdo con el modelo de Lewis, ¿qué diferencia a un átomo de una molécula? Considera los electrones de valencia.
- Se infiere de la nota que el carbono y el nitrógeno son elementos muy abundantes en los seres vivos. Paradójicamente, un compuesto que sólo tiene estos elementos, el anión cianuro (CN<sup>-</sup>), es sumamente tóxico. ¿Cómo se representaría según el modelo de Lewis?
- A partir de la discusión sobre los espectros de emisión con la que iniciamos la secuencia, ¿cómo crees que los astrofísicos detectaron a los HPA?

**Aprendizajes logrados**

Durante esta secuencia aprendiste a elaborar el modelo del átomo de Bohr para varios elementos químicos; e identificaste la función de los electrones de valencia.

Ahora puedes representar enlaces químicos específicos, así como átomos, moléculas e iones (aniones y cationes) con el modelo de Lewis.

**Perspectivas**

Las siguientes preguntas te pueden ayudar a elegir el tema de tu proyecto. Revisalas con tu equipo.

¿Por qué, además de los elementos, los compuestos son importantes para el buen funcionamiento de nuestro cuerpo?

¿Cuál es la función de los iones en nuestro cuerpo?

¿Qué pasa cuando los metales pesados ingresan al organismo?

¿Forman enlaces con elementos o compuestos de nuestro organismo?

Sostenibilidad

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

## Propiedades de los metales

### Aprendizajes esperados

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

En cursos anteriores estudiaste la importancia del cuidado del ambiente. Por ejemplo, los principios contenidos en la *Carta de la Tierra* ponen de manifiesto la necesidad de adoptar un estilo de vida a favor del medio ambiente, la justicia y la paz.

Preservar el ambiente exige compromiso y participación en acciones concretas como la separación de la basura. ¿De qué manera favorecemos la preservación del medio ambiente con ésta y otras acciones como rechazar, reducir, reusar y reciclar objetos elaborados con metales?

### Actividad de inicio

**Analiza:** ¿De qué manera ayuda conocer los componentes de los dispositivos electrónicos para promover su rechazo, reducción, reúso o reciclado?

Lee la siguiente nota y responde las preguntas.

#### México, el tercer país con más basura electrónica

Cada mexicano produce entre 7 y 9 kg de basura electrónica anualmente (iniciativa StEP de la ONU). Si la cifra se multiplica por los 120 millones de habitantes (de 840 a mil 80 toneladas), se convierte en un problema. Esta cifra se incrementó desde el año 2005, cuando cada persona generaba de 3 a 5 kg de este tipo de basura.

Con base en estos datos, México es el tercer "tirador" de desechos electrónicos (per cápita) en América, después de Estados Unidos y Canadá, señaló Heberto Ferreira Medina, académico del Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad (IIES) de la UNAM, campus Morelia.

Para 2015 se habían tirado aproximadamente 900 mil toneladas de equipo. Son desechos que contaminan los mantos freáticos y los hábitats; además de ser un riesgo para la salud humana, ya que los microcircuitos de las "tarjetas madre", los tubos de rayos catódicos de los monitores viejos y las pilas, entre otros, contienen cromo, plomo y cadmio, todos ellos metales pesados tóxicos (figura 2.19).



**Figura 2.19** Heberto Ferreira (UNAM) propone realizar la "disposición adecuada", que consiste en "desensamblar" los aparatos electrónicos en plástico, metales y otros componentes, además de reciclarlos para que vuelvan a las cadenas industriales.

Fuente: Ferreira, Heberto; "México, el tercer país con más basura electrónica", en *Boletín UNAM-DGCS-184*, 21 de marzo de 2016, disponible en [www.dutics.mx/jaX](http://www.dutics.mx/jaX) (Consulta: 21 de enero de 2019) (Fragmento adaptado).

1. ¿En tu comunidad se lleva a cabo la separación de basura? ¿Cuáles son los criterios que toman en cuenta para separarla?

2. Además de la basura electrónica, ¿qué otros objetos o equipos que te rodean contienen o están compuestos por metales?
3. ¿En qué te basarías para decidir si un metal puede ser reutilizado, reciclado o rechazado?
4. ¿Qué tomarías en cuenta para identificar los metales?
5. ¿Consideras importante que se implementen iniciativas para el tratamiento de residuos metálicos? ¿Por qué?

Como vimos en la secuencia 1, los seres humanos descubrieron varias de las propiedades de los metales desde la prehistoria e hicieron uso de ellas para satisfacer algunas de sus necesidades. ¿Qué características nos hacen distinguir a los metales de otros materiales? Los metales son sustancias sólidas a temperatura ambiente (25 °C), con excepción del mercurio que es líquido. Una de las características que te permite reconocerlos a simple vista es su brillantez. Sin embargo, hay otras propiedades que tal vez no sean tan evidentes, de las cuales hablaremos en esta secuencia y que son las responsables de que los metales sean tan ampliamente usados en diversas aplicaciones tecnológicas.

### Actividad

**Observa y responde:** ¿Puedes identificar los metales que te rodean?

1. Observa con atención los materiales que te rodean (en la casa, en el salón de clases, en la calle).
  2. Identifica cinco objetos metálicos o con componentes metálicos importantes.
  3. Describe sus características, como color y forma. ¿Son duros?, ¿frágiles?, ¿tienen brillo?
  4. ¿Cuál es la función del metal en los objetos que escogiste?
  5. Anota las observaciones y respuestas en tu bitácora.
- Comparte y discute tus observaciones con tus compañeros.



**Figura 2.20** El cobre cuenta con propiedades antimicrobianas, razón por la cual se le usa para fabricar manijas para puertas de hospitales. Sin saberlo, los antiguos aseguraban la calidad del agua y los alimentos al almacenarlos en recipientes de cobre. Además es un material que posee una buena ductilidad y maleabilidad, por lo que puede deformarse ya sea estirándolo para elaborar alambres, aplastándolo para fabricar láminas o dándole la forma deseada, en este caso la de un jarrón.

En la actividad anterior te diste cuenta de que seguimos utilizando algunos de los metales que se usaban desde la Antigüedad y otros más. También observaste que sus aplicaciones son tan diversas como las necesidades que satisfacen y la creatividad que inspiran. Los metales que se usan comúnmente son el cobre, el aluminio, el hierro y el plomo. ¿Qué los hace adecuados para su uso cotidiano? Veamos algunas de sus propiedades.

### Maleabilidad y ductilidad

¿Sabías que en Santa Clara del Cobre, Michoacán, se lleva a cabo cada año la Feria Nacional del Cobre? En ella participan artesanos que concursan al presentar piezas como jarras, floreros, cazos y joyería, que se elaboran a mano con una técnica que se conoce como *martillado*, en la cual el metal se calienta y se martilla hasta darle a la pieza la forma deseada. ¿Cómo es que a partir de una lámina de cobre puede hacerse un cazo o un jarrón como el de la figura 2.20? Bueno, pues a los metales podemos estirarlos o aplastarlos para moldearlos sin que se rompan.

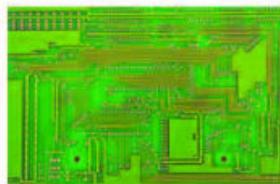
Existen dos propiedades características de los metales que están relacionadas con su capacidad para deformarse. Éstas son la maleabilidad y la ductilidad.

### Perspectivas

El acero inoxidable es una aleación de hierro y carbono, al que se agrega 10% de cromo para hacerlo resistente a la oxidación (en la secuencia 18 aprenderás sobre las reacciones de oxidación). Además de ser un material de gran resistencia, tiene una agradable apariencia, razón por la cual es muy utilizado en la arquitectura, ya sea para la estructura principal de un edificio o como adorno de una fachada.



**Figura 2.21** El alambre para soldar es una aleación de plomo y estaño. Cabe mencionar que la directiva RoHS (Restricción de Sustancias Peligosas) de la Unión Europea prohíbe el uso de soldadura con plomo para ciertos aparatos eléctricos. ¿Qué beneficios para la salud y el ambiente crees que acarrea esta medida?



**Figura 2.22** Aunque no los veas, los dispositivos electrónicos tienen en su interior un circuito impreso como el que se muestra, las líneas impresas son de cobre y éstas sirven para conducir corriente eléctrica a donde sea necesario.

Decimos que un material es *maleable* si al comprimirlo aplicando una fuerza sobre él es posible obtener láminas delgadas. Por otro lado, la *ductilidad* es la capacidad de un material para ser deformado al estirarlo, pudiendo ser convertido en alambres o fibras.

Un material con una gran maleabilidad es el aluminio. Gracias a esta propiedad pueden hacerse láminas de apenas 0.006–0.2 mm de grosor, como el papel aluminio que se usa principalmente a nivel industrial o doméstico en el embalaje de alimentos. Pueden hacerse láminas más gruesas para elaborar latas o incluso láminas aún más gruesas para ser usadas en la industria de la construcción, como parte de estructuras y ventanas. Todo esto lo hace un material muy versátil y de gran importancia en la vida cotidiana.

Muchos de los objetos metálicos que utilizamos a diario no están hechos de metales puros, sino que son mezclas homogéneas de metales con otros metales o bien con no metales, las cuales se conocen como *aleaciones*. Las aleaciones se producen con el fin de modificar las propiedades de un material; por ejemplo, la aleación del plomo con el estaño, ambos materiales dúctiles, se utiliza para fabricar el alambre para soldar, un material más blando y que funde a menor temperatura que el plomo puro (figura 2.21).

Entre las aleaciones más empleadas se encuentra la del hierro con el carbono, ya sea como hierro forjado, el cual también es sometido al proceso de martillado y cuyo contenido de carbono es de máximo 0.25% (m/m), o como en el acero, con un contenido de hasta aproximadamente 2% de carbono, aunque puede contener otros elementos para mejorar sus propiedades. El acero es el metal que más se usa en general.

### Conductividad eléctrica y térmica

Sigamos conociendo las propiedades de los metales. ¿Sabes cómo llega la energía eléctrica a tu casa? ¿Cómo la energía eléctrica hace funcionar un televisor cuando lo conectas a un interruptor? Habrás notado que en ambos casos se necesitan cables, ¿por qué?

Además de la maleabilidad y la ductilidad, otras dos propiedades de los metales que son de gran importancia tecnológica son su conductividad eléctrica y térmica.

La *conductividad eléctrica* es la capacidad de ciertos materiales para permitir el paso de corriente eléctrica, la cual es necesaria para el funcionamiento de muchos equipos que utilizamos diariamente. El mejor conductor es la plata; sin embargo, debido a su alto precio, el material más utilizado en la fabricación de cables para electricidad es el cobre. Podemos encontrarlo en piezas de motores, en paneles de circuito impreso, que son componentes de aparatos electrónicos (figura 2.22) y en otras piezas de las instalaciones eléctricas.

El cobre también se usa en plomería, ¿te has dado cuenta de que muchas tuberías de agua están hechas de cobre? ¿Qué pasa cuando una tubería está expuesta al sol? ¿Cómo es la temperatura del agua proveniente de esa tubería? ¿A qué se debe?

En tu curso de Ciencias 2, aprendiste que el calor es una forma de transferencia de energía. Una de las maneras como el calor se transfiere es por conducción, proceso que depende de la capacidad del material para conducirlo con mayor o menor rapidez

y conocida como *conductividad térmica*, que en el caso de los metales es muy alta comparada con otros materiales.

El ejemplo más común en el que aprovechamos esta propiedad en la vida cotidiana es en la cocina: algunos recipientes están hechos de aluminio, cobre, acero o hierro, y es gracias a la conductividad térmica que podemos cocinar los alimentos dentro de ellos (figura 2.23).



**Figura 2.23** Un ejemplo del aprovechamiento de la conductividad térmica.

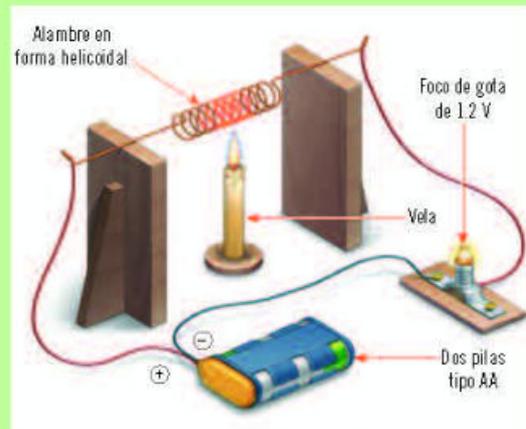
### Experimenta: ¿Cuál es la dependencia de la conductividad eléctrica con la temperatura?, ¿qué aplicación tecnológica se le da a esto?

#### Introducción

En tu curso de Ciencias 2 aprendiste a construir un circuito eléctrico. Vamos a construir uno, pero con una ligera modificación para observar la dependencia de la conductividad eléctrica con la temperatura, la cual nos servirá para ilustrar cómo podemos aprovechar estas propiedades para encender un foco (figura 2.24).

#### Material

- Un foco de 1.2 V, como el de las lámparas de mano, de preferencia con sóquet
- Un trozo de cable delgado de unos 30 cm con las puntas descubiertas (peladas)
- Un alambre de cobre, calibre 20 de aproximadamente 1 m (sin recubrimiento)
- Dos pilas tipo AA de 1.5 V cargadas
- Dos rejillas metálicas
- Una vela
- Dos soportes trípode
- Cinta adhesiva
- Un lápiz



**Figura 2.24** Dispositivo armado.

#### Hipótesis

Sabemos que los metales son buenos conductores de electricidad, pero ¿afectará la temperatura a esta propiedad?, ¿tendrá alguna utilidad tecnológica esta relación?

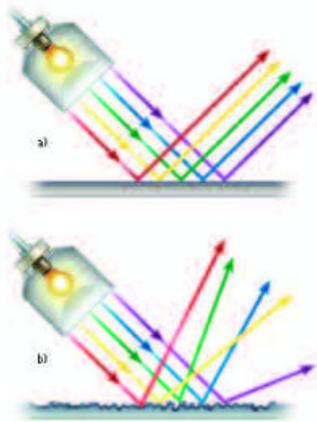
#### Método

Reúnanse en equipo para realizar el experimento.

1. Enrollen el alambre de cobre en el lápiz para hacer un resorte, dejen 10 cm sin enrollar en cada extremo.
2. Construyan el circuito como se muestra en la primera figura y, con ayuda de los soportes y las rejillas metálicas, colóquelo en un lugar seguro.
3. Una vez hecho esto, enciendan la vela y coloquen la flama justo en el resorte de cobre, **tengan mucho cuidado de no tocar el alambre de cobre caliente.**

#### Análisis de resultados y conclusiones

1. ¿Qué sucede cuando calientan el resorte de cobre con la flama?
2. Retiren la vela y dejen que el resorte se enfríe. ¿Qué observan?
3. ¿A qué atribuyen los cambios que observaron?
4. Además de encender un foco, ¿qué otras aplicaciones se les ocurre que podrían darle a las propiedades que acaban de observar?
5. Comparen sus resultados con la hipótesis planteada, ¿hay coincidencia?, ¿por qué? Anóten sus observaciones y respuestas en la bitácora. Concluyan.



**Figura 2.25** Reflexión de la luz sobre una superficie. La luz se comporta como lo hace una bola de billar. a) Incidencia de la luz sobre una superficie lisa, ésta se refleja en el mismo ángulo que incide, ocasionando el brillo. b) Reflexión de la luz desde una superficie rugosa.

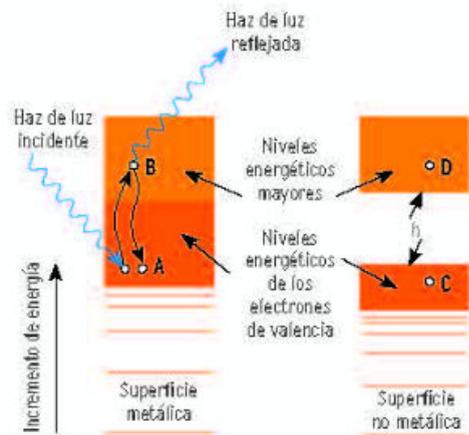
La actividad anterior puede parecerle muy simple, pero pone de manifiesto que la conductividad eléctrica es distinta a diferentes temperaturas, que es el principio del funcionamiento de algunos sensores de temperatura, conocidos como termorresistencias. Esto tiene importantes aplicaciones tecnológicas, pues muchos aparatos están equipados con termorresistencias para su buen funcionamiento, ya sea alertando por medio de una señal (como el encendido de un foco o el sonido de una alarma) o apagándose automáticamente dependiendo de la temperatura del dispositivo. Es importante tener en cuenta la relación entre las conductividades térmica y eléctrica con la temperatura, pues el sobrecalentamiento de los cables eléctricos en casas y edificios son causa de incendios.

**Brillo**

¿Has visto qué brillantes lucen las monedas nuevas? Una de las características de los metales que puedes identificar a simple vista es su brillo, pero ¿por qué brillan? Cuando un haz de luz incide sobre una superficie lisa y plana, como en las monedas nuevas, las direcciones de los rayos reflejados serán las mismas, llegando a nuestros ojos casi toda esa luz. Este efecto lo conocemos como *brillo*. ¿Qué sucede con el paso del tiempo a las monedas? ¿Se ven igual de brillantes? Éstas se maltratan por su uso y, al irse golpeando, presentan irregularidades en la superficie, además de que se van ensuciando y poco a poco se va formando una capa de óxido y grasa que las recubre hasta dejarlas opacas. Una superficie rugosa reflejará la luz en varias direcciones traduciéndose en una pérdida de brillo (figura 2.25).

¿En qué son diferentes el brillo de un metal y el brillo de un plástico o un vidrio en el caso en que todas las superficies estén lisas y pulidas? En tu curso de Ciencias 2 viste que un haz de luz de varios colores está

formado por haces de luz de varias energías. Al incidir este haz sobre una superficie excita a los electrones de valencia a niveles energéticos mayores que, cuando regresan a su estado inicial, liberan energía en forma de luz reflejada con los mismos colores puesto que las zonas de estos niveles energéticos mayores y la de valencia están juntas, como se ve en la figura 2.26 (lado izquierdo). Es decir, la diferencia de alturas entre "A" y "B" en la figura puede ser tan pequeña de manera que toda la luz que llega es absorbida y reflejada. En las superficies no metálicas (lado derecho de la figura), existe una zona energética a la que no pueden acceder los electrones de valencia, y que se ubica entre las energías de estos electrones y la energía de los niveles energéticos mayores. Así, parte del haz de luz no se refleja porque los colores de la luz correspondientes a energías menores a esta zona (menores a  $h$  en la figura 2.26) no los puede "ver" la superficie. Por consiguiente, la luz que sí se absorbe y se refleja manifestará un brillo de distinta forma. Esta propiedad de los metales ha sido ampliamente usada en la construcción de espejos en dispositivos tecnológicos como microscopios y telescopios.



**Figura 2.26** Niveles de energía de los electrones de valencia y los niveles mayores que participan en la absorción y en el reflejo de la luz que llega a una superficie metálica y una superficie que no es metálica.

**Actividad**

**Investiga e identifica: ¿Cuáles son los usos de los metales de acuerdo con sus propiedades?**

1. Reúnanse en equipo e investiguen en qué se utilizan los materiales que les presentamos en la tabla 2.4.
2. Tomando en cuenta lo que han aprendido hasta ahora y lo que investigaron, identifiquen las propiedades que se aprovechan en las diferentes aplicaciones y completen la tabla.

	Maleabilidad	Ductilidad	Brillo	Conductividad térmica	Conductividad eléctrica
Cobre			Ornamentos, joyería		
Aluminio					
Plomo			Arquitectura (estatuas, esculturas)	Soldadura	Baterías
Hierro		Alambres (cerca, resortes)			
Aceroinoxidable					

Con base en la información de la tabla, averigüen cuál es el metal de mayor uso en su comunidad. Compartan sus respuestas en grupo.

**Productos elaborados con metales. Aplicaciones**

Hasta ahora hemos visto que las propiedades de los metales pueden ser útiles tanto en aplicaciones sencillas, como el encendido de un foco, o en algunas más complejas, como la construcción de un circuito impreso para formar parte de dispositivos electrónicos. ¿Te das cuenta de todo lo que se puede hacer con ellos? La figura 2.27 muestra algunos ejemplos de objetos que están hechos con metales.

Los metales más utilizados son aluminio, hierro (en el acero), cobre y plomo, y tan sólo hemos visto algunas de sus aplicaciones.

Pero, cuando un objeto de metal o que contiene metal ya no tiene utilidad, ¿cómo lo desechas?



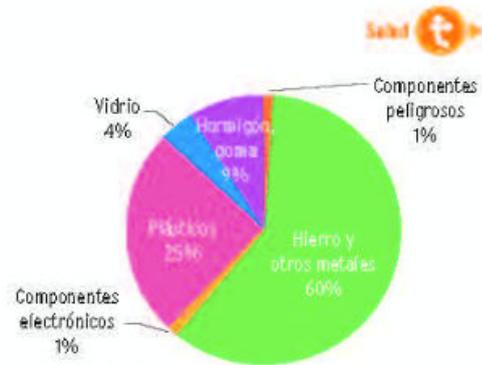
**Figura 2.27** Objetos que contienen o están hechos a base de metales. Muchos de los objetos o equipos que te rodean contienen una gran variedad de metales.

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

Los metales son **recursos no renovables**. Algunos de ellos se encuentran como elementos en su forma nativa en la corteza terrestre o bien combinados con otros elementos formando minerales. Para extraerlos de la corteza terrestre se necesita mucha energía, además de que se producen residuos tóxicos durante el proceso. Desafortunadamente, aunque los metales son 100% reciclables, no todos son reutilizables.

**Consigna**

**recursos no renovables.** Son aquellos recursos naturales que existen en cantidad fija, no pueden producirse, cultivarse, ni extraerse, una vez que se agotan.



Gráfica 2.1 Composición de algunos aparatos electrodomésticos.



Figura 2.28 Separar y reciclar los residuos metálicos implica un costo tanto monetario como energético, pues se requiere de maquinaria y procesos especiales para llevarlo a cabo.

Se estima que los aparatos electrodomésticos grandes, como lavadoras, secadoras de ropa, refrigeradores, calefactores, entre otros, contienen aproximadamente 60% de metales diversos (gráfica 2.1). Cuando estos equipos se desechan, se convierten en residuos peligrosos, no sólo por los metales, que pueden recuperarse casi en su totalidad, sino por los otros materiales como empaques, gomas etcétera, que son difíciles de reutilizar o reciclar, ya que tienen que ser llevados a sitios especiales para ser tratados, lo que implica nuevamente un gasto de energía considerable. La figura 2.28 muestra un tiradero de basura típico, donde los residuos todavía tienen que ser separados para su posterior disposición o reciclaje. Pero, ¿qué podemos hacer entonces?, ¿qué elementos necesitas para decidir qué puedes rechazar, reducir, reutilizar o reciclar, en

relación con los metales?

**Rechazar.** Una forma en la que podemos ayudar a conservar el medio ambiente y practicar la sustentabilidad es cambiando nuestros hábitos de consumo; para ello necesitamos ser críticos y observadores. Procuremos no adquirir productos que de antemano sabemos que pueden convertirse en un potencial riesgo para el ambiente. Lee las etiquetas para averiguar de qué están hechos. Rechaza aquellos que contengan sustancias tóxicas, que estén hechos de materiales que no pueden ser reciclados y evita comprar productos con demasiadas envolturas que finalmente se convertirán en basura.

**Reducir.** Adquiriendo únicamente lo que necesitemos y procurando no comprar productos desechables reducimos en gran medida la generación de residuos.

**Reusar/Reutilizar.** Muchos de los objetos que tiramos a la basura podrían tener un uso diferente para el cual fueron creados antes de volverse un desecho. Reutiliza siempre que sea posible.

**Reciclar.** Si después de considerar los tres puntos anteriores (rechazar, reducir, reutilizar) sigues teniendo un residuo, el siguiente paso es considerar su reciclaje. En el caso de los metales, pueden enviarse a una fundidora, donde serán convertidos en lingotes, para después ser procesados, para formar láminas o alambres y ser convertidos en nuevos productos, éste es un proceso complejo y únicamente lo realizan empresas especializadas. Nosotros podemos ayudar averiguando las medidas que se llevan a cabo en nuestra comunidad, por ejemplo, si el camión que colecta la basura recibe este tipo de materiales separados y si existen centros de acopio de metales, baterías y basura electrónica cercanos.

**Actividad**

**Analiza, decide y comunica: ¿Cuáles son las propiedades del metal más utilizado en tu comunidad?**

1. En la actividad anterior identificaron el metal de mayor uso en su comunidad. Reúnanse en equipo y analicen las propiedades y aplicaciones de este metal.
2. Decidan si es posible rechazar, reducir, reutilizar o reciclar este metal. Planteeen propuestas para llevar a cabo aquellas acciones que consideren factibles.

**¿Sabes?**

El 6 de agosto de 2012, aterrizó en Marte el laboratorio espacial llamado *Curiosity* que es el vehículo y el laboratorio científico más grande y complejo que ha construido el ser humano para la exploración de este planeta. Cuenta con instrumentos para tomar muestras y analizarlas para determinar su composición y propiedades.

Sus ruedas están hechas de aluminio; sus brazos de aluminio y titanio; algunos de sus instrumentos de acero y algunos detectores de cobre. Es operado por computadoras que contienen circuitos impresos y alambres de cobre; sólo por mencionar algunos de sus componentes.

Como puedes ver, las propiedades de los metales pueden ser usadas para aplicaciones tan comunes como calentar una tortilla en un comal o en tecnologías para la exploración del espacio.

3. Compartan sus propuestas con el resto del grupo e intercambien ideas.
4. Mencionen tres ejemplos de productos que podrían dejar de consumir para evitar la generación de residuos metálicos. Mediante un tríptico o un cartel, compartan con la comunidad las acciones que proponen para rechazar, reducir, reutilizar y/o reciclar los metales que hayan seleccionado.

Las siguientes actividades son una buena oportunidad para resumir los conocimientos que adquiriste a lo largo de esta secuencia.

**Actividad**

**Analiza: ¿Cómo promover el rechazo, reducción, reúso y reciclado de los dispositivos electrónicos?**

De todos los residuos metálicos que se generan en el mundo, los que han tenido el mayor aumento en los últimos años son los que provienen de la basura electrónica. Muchas empresas invierten grandes cantidades de dinero en el diseño de sus equipos para hacerlos más amigables con el ambiente, pero aun así existe el riesgo del posible daño ecológico que estos residuos puedan generar, además del costo energético y monetario que implica su reciclaje.

1. ¿Qué piensas acerca de que la gente actualice sus dispositivos electrónicos cada vez que sale a la venta un dispositivo de moda?, ¿por qué?
2. ¿Bajo qué circunstancias sugerirías a alguien actualizar sus dispositivos electrónicos?

Comparte tus respuestas con el resto del grupo.

Escribe las respuestas en tu cuaderno y compártelas con tu familia.

**Actividad de cierre**

**Analiza y concluye: ¿Puedes tomar decisiones fundamentadas para favorecer el rechazo, la reducción y el reúso de productos elaborados con diferentes metales?**

Es momento de que reflexiones sobre las preguntas del inicio de esta secuencia.

1. ¿En qué te basas para decidir si un metal puede ser reutilizado, reciclado o rechazado?, ¿cómo aplicas este criterio en tu casa o en la escuela?
2. Escribe algunos ejemplos de productos de metal o que contengan metales que consideres que puedes rechazar, reusar o reutilizar y reducir.
3. Si bien no puedes llevar a cabo el reciclaje de los metales, puesto que es un proceso del cual se encargan especialistas, puedes indagar dónde hay centros de acopio para su reciclaje. ¿De qué manera podrías favorecer al medio ambiente con la información recabada?
4. ¿Qué propiedades podrías tomar en cuenta para identificar los componentes metálicos de diferentes objetos antes de rechazarlos, reducirlos, reusarlos o llevarlos a un centro de acopio?

Compara tus respuestas con las de algunos compañeros y escriban una propuesta. ¿Puedes ponerla en práctica?

**Aprendizajes logrados**

Identificas las propiedades de los metales como maleabilidad, ductilidad, brillo, conductividad eléctrica y térmica; así como los productos elaborados con diversos metales en tu comunidad. Puedes tomar decisiones y construir propuestas sobre el rechazo, reducción, reúso y reciclado de materiales metálicos.

**Perspectivas**

Recuerda que al final de este bloque realizarás un proyecto en el que integrarás lo que aprendiste, las siguientes preguntas pueden apoyarte en la elección del tema.

¿Cuáles son los metales que presentan mayor toxicidad para el cuerpo humano?

¿Qué metales deben estar presentes en nuestra dieta?

**El orden de la diversidad de las sustancias: aportaciones del trabajo de Cannizzaro y Mendeleiev**

**Aprendizajes esperados**

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

“El 3 de septiembre de 1860, se reunieron 140 químicos en el salón de actos de la Cámara Estatal de Karlsruhe, pequeña ciudad al sur de Alemania. A este Primer Congreso Internacional de Química asistieron el italiano Stanislao Cannizzaro y el ruso Dimitri Mendeleiev, cuyos trabajos habrían de contribuir a sistematizar y profundizar el conocimiento de los elementos químicos.”

Fuente: Díaz, L., et al, *Ciencias III. Énfasis en Química*, México, SEP, 2008.



**Actividad de inicio**

**Reflexiona: ¿Qué importancia tienen las formas de comunicación para que los científicos compartan sus resultados?**

El año 2011 fue declarado **Año Internacional de la Química** por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, conocida como UNESCO por sus siglas en inglés (figura 2.29). Sus objetivos principales fueron:

- Aumentar la concienciación y comprensión por parte del gran público de cómo la química puede responder a las necesidades del mundo.
- Fomentar el interés de los jóvenes por la química.
- Celebrar las contribuciones de las mujeres al mundo de la química, así como los principales hitos históricos, especialmente el primer centenario de la concesión del premio Nobel de Química a Marie Curie y de la creación de la Asociación Internacional de Sociedades Químicas.

Por tal motivo, en el mundo entero se llevaron a cabo eventos tanto artísticos como científicos en torno a la química. En nuestro país se organizaron ciclos de conferencias, exposiciones y talleres en diferentes escuelas, universidades y museos.

Sin embargo, los **congresos** y las conferencias no solamente se organizan cuando hay alguna conmemoración: representan una de las formas en que los científicos comunican sus resultados e interactúan con otros grupos de investigación. Cada año, México es sede de varios congresos internacionales.

Modificado de: UNESCO, Año Internacional de la Química 2011, [www.edutics.mx/oua](http://www.edutics.mx/oua) (consulta: 21 de enero de 2019).

Reflexionen sobre los siguientes puntos.

1. En sus cursos anteriores de ciencias vieron que analizar y sistematizar los resultados obtenidos de las investigaciones permite mayor avance científico, ¿por qué es así?



**Figura 2.29** Fue declarado a cien años de la realización de los experimentos que llevaron a Rutherford a descubrir el núcleo atómico.

**congreso.** Conferencia, generalmente periódica, en la que los miembros de una asociación, organismo o profesión se reúnen para debatir cuestiones previamente establecidas.

2. ¿Por qué el análisis ordenado de los datos nos puede dar elementos para la predicción?, ¿conocen algún caso en la historia de la ciencia?
3. ¿Por qué los científicos comunican los resultados de sus investigaciones?, ¿en qué beneficia esto a la ciencia?
4. ¿Tuvieron la oportunidad de asistir o conocer a alguien que haya participado en algún evento con motivo del Año Internacional de la Química? Si así fue, comenten cómo fue esa experiencia.



**Figura 2.30** John Dalton (1766-1844), químico, meteorólogo y físico.

**El camino hacia la tabla periódica. Antecedentes**

Hasta este momento hemos aprendido a clasificar diferentes materiales y podemos distinguir entre elementos, compuestos y mezclas. Sin embargo, estos conceptos tardaron muchos años en ser comprendidos y aceptados por los científicos.

El concepto de elemento tal y como lo conocemos ahora fue propuesto en el siglo XVII, cuando el físico y químico irlandés Robert Boyle (1627-1691) definió los elementos químicos como aquellas sustancias que no podían descomponerse en otras más simples al someterlas a distintos procesos —como el calentamiento— en el laboratorio.

A principios del siglo XIX, John Dalton (figura 2.30) ideó su teoría atómica a partir del estudio de las propiedades físicas del aire y de otros gases. En ella afirmaba que cada elemento estaba constituido por un tipo único de átomos, con características propias como el tamaño y la masa, y que se combinaban para formar compuestos. En 1808, Dalton presentó un artículo en el que listaba las masas teóricas de varios elementos, mismas que calculó tomando como referencia la masa del hidrógeno, pues en esta época ya se sabía que éste era el gas más ligero (figura 2.31). De esta forma, la masa del átomo de cada elemento era relativa a la masa del átomo de hidrógeno, es decir, ¿cuántas veces más pesaba el oxígeno que el hidrógeno?, ¿cuántas veces más el magnesio? A esta masa relativa le denominó *peso atómico*. Con esta idea, Dalton marcó la pauta para la *organización sistemática* de los elementos químicos. Además, pensaba que el compuesto más simple que podían formar dos elementos estaría constituido por un átomo de cada uno; de esta forma, propuso que la fórmula del agua era HO.

Al mismo tiempo, el científico francés Joseph Gay-Lussac (1778-1850) publicó un artículo sobre los resultados de combinar diferentes volúmenes de gases, en el cual sugería que dos átomos de hidrógeno se combinaban con uno de oxígeno, proponiendo la fórmula H<sub>2</sub>O para el agua y no HO, como había propuesto Dalton.

Años más tarde, en 1811, un físico italiano llamado Amadeo Avogadro (figura 2.32) reconcilió la Ley de Gay-Lussac y la teoría atómica de Dalton. Demostró que las contradicciones entre ellas (como la diferencia en las fórmulas propuestas para el agua) desaparecían si se consideraba que las partículas diminutas que componen los gases pueden ser partículas solas o agregados de dos o más de ellas. Con esta consideración era posible que gases como el hidrógeno y el oxígeno estuvieran formados por agregados de dos partículas iguales, es decir, agregados de dos átomos de hidrógeno en el caso del gas hidrógeno.

Para Avogadro, las partículas solas seguían conservando el nombre de átomos, mientras que a los agregados de dos o más partículas (átomos), les nombró *moléculas*. De

ELEMENTS			
Hydrogen	1	Stannian	100
Nitrogen	5	Barytes	68
Carbon	5	Iron	56
Oxygen	7	Zinc	56
Phosphorus	9	Copper	56
Sulphur	13	Lead	90
Magnesia	20	Silver	190
Lime	24	Gold	190
Soda	28	Platina	190
Potash	42	Mercury	167

**Figura 2.31** Lista de elementos con sus respectivas masas atómicas publicada por Dalton en 1808.



**Figura 2.32** Amadeo Avogadro (1776-1856), físico y químico italiano.

esta forma, y de acuerdo con datos arrojados por experimentos previos, se estableció que varios gases como el hidrógeno y el oxígeno estaban compuestos por moléculas diatómicas (moléculas formadas por agregados de dos átomos), resolviendo así la aparente contradicción entre la Ley de Gay-Lussac y la teoría atómica de Dalton. Además, Avogadro postuló la hipótesis de que en volúmenes iguales de gases existe el mismo número de moléculas.

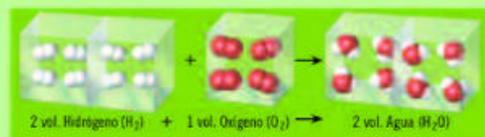
**Actividad**

**Analiza y responde: ¿Cuál es la diferencia entre átomo y molécula?**

En parejas, observen la figura 2.33 y respondan.

1. ¿Cuántas moléculas de hidrógeno están contenidas en un volumen (representado en la figura por un cubo)?
2. ¿Cuántas moléculas de agua están contenidas en un volumen?
3. Si tuvieran el doble de moléculas de hidrógeno en un volumen, ¿cuántas moléculas de agua tendrían en un volumen?
4. Basándose también en lo que estudiaron en la secuencia 5 del trabajo de Lavoisier, ¿qué pasaría si, usándose los mismos volúmenes de gases mostrados en la figura, el hidrógeno y el oxígeno estuvieran formados por átomos individuales en vez de moléculas diatómicas?

Discutan sus resultados con otros compañeros.



**Figura 2.33** Forma de ilustrar las combinaciones de volúmenes de agua de acuerdo con las ideas de Gay-Lussac y Avogadro.

**Te invito a...**

Leer el libro de Hoffman Roald y Vivian Torrence, *Química imaginada. Reflexiones sobre la ciencia*, México, SEP-FCE, 2006 (Libros del Rincón). Contiene ensayos de Roald Hoffman -premio Nobel de Química en 1981- sobre los átomos y las moléculas, así como las raíces históricas del conocimiento de la Química.

**El trabajo de Cannizzaro**

A pesar de los esfuerzos de los científicos durante siglos, hacia el año de 1860 había una gran confusión entre los químicos acerca de conceptos como átomo, molécula y elemento. Entonces, el químico alemán August Kekulé (1829-1896) tuvo la iniciativa de convocar a los científicos a un congreso en la ciudad de Karlsruhe, Alemania, con el objetivo principal de discutir la nomenclatura química, notación y pesos atómicos. Ésta fue la primera reunión internacional de químicos en la historia.

Atendieron la invitación 126 químicos de 12 países, entre los cuales se encontraba el italiano Stanislao Cannizzaro, quien pasaría a la historia como el protagonista de este congreso por sus brillantes aportaciones. Cabe mencionar que entre los asistentes se encontraba también Louis Pousselt (1817-1880) representando a México, siendo el único país no europeo presente en el congreso.

Uno de los resultados más importantes de este congreso fue convencer a la comunidad de que las reuniones de científicos para intercambiar ideas, resultados y teorías son fundamentales para el progreso de la ciencia; esto marcó la pauta para que se llevara a cabo otros congresos, dando como resultado grandes avances científicos.

Cannizzaro (figura 2.34) es el protagonista del congreso de Karlsruhe, ¿por qué lo decimos? Además de que presentó una conferencia explicando la hipótesis de Avogadro de una manera muy sencilla, insistió en que se adoptaran conceptos diferentes para molécula y átomo. Haciendo uso de la Ley de Gay-Lussac y tomando en cuenta la hipótesis de Avogadro, dedujo lo siguiente: si volúmenes iguales de todos los gases contienen un número equivalente de moléculas, entonces el peso molecular (*M*) de un gas es proporcional a su densidad (*ρ*). Recordarás de tu curso de Ciencias 2 que en toda relación proporcional existe una constante, llamada constante de proporcionalidad,



**Figura 2.34** Stanislao Cannizzaro (1826-1910) a la edad de 33 años cuando se llevó a cabo el congreso de Karlsruhe.

que en este caso llamaremos *k*; de esta forma, podemos expresar el razonamiento de Cannizzaro con la siguiente ecuación:  $M = k\rho$

Cannizzaro determinó que el valor de la constante *k* es de 22.4. Con este valor, y con los valores de densidad de una serie de compuestos, calculó sus pesos moleculares, aunque algunos de estos compuestos contenían elementos cuyos pesos atómicos desconocía. Lo que sí conocía era el porcentaje en peso de cada elemento incluido en el compuesto, por lo que pudo calcular el peso de cada elemento por molécula. Observó que para ciertos elementos había un máximo común divisor, al que identificó como *peso atómico*. En la siguiente actividad veremos cómo lo hizo.

**Actividad**

**Lee y resuelve: ¿Cómo es el método de Cannizzaro para determinar pesos atómicos y pesos moleculares?**

Se conocen las densidades y porcentajes en peso de los componentes de tres compuestos, 1, 2 y 3 de la tabla 2.5. Se sabe que el peso atómico del carbono es 12 y que el del hidrógeno es 1, ¿cómo pueden determinar el peso atómico del azufre?

1. Utilizando la relación de proporcionalidad propuesta por Cannizzaro, calculen el peso molecular de los compuestos y completen la tabla 2.6. Recuerden que  $M = 22.4$
2. Con los porcentajes en peso de cada elemento podemos calcular el peso de cada uno por molécula, completen la tabla vacía utilizando la siguiente relación:

$$\text{Peso de cada elemento por molécula} = x_2 = \frac{(\text{Peso molecular}) \times (\text{Porcentaje de peso})}{100}$$

3. Observen los resultados. ¿Cuál es el máximo común divisor de los valores para el azufre?

Pues bien, ese máximo común divisor es el peso atómico del azufre que al inicio desconocíamos.

**Tabla 2.5** Densidad y porcentaje en peso de compuestos desconocidos

Compuesto	Densidad ( $\rho$ )	Porcentaje en peso		
		C	H	S
1	3.40	16.0	0	84.0
2	2.14	25.0	8.4	66.6
3	2.77	38.7	9.7	51.6

**Tabla 2.6** Manejo de datos para identificar compuestos

Compuesto	Peso molecular (M)	Masa del elemento en el compuesto			Fórmula propuesta
		C	H	S	
1					
2					
3					
Máximo común divisor					

Cannizzaro construyó una tabla con los datos de 33 sustancias y estableció la siguiente regla: "Las cantidades en peso de un mismo elemento, contenido en las moléculas de sustancias diferentes, son todas múltiplos enteros de una cantidad igual, que deben ser considerados como el peso atómico del elemento". Este análisis cuidadoso y sistemático de resultados permitió establecer claramente una diferencia entre peso atómico y peso molecular, siendo este último la suma de los pesos de todos los átomos que constituyen la molécula.

Los pesos atómicos se determinaban en relación al hidrógeno, al cual se había asignado arbitrariamente el peso unidad; a este valor se le llamó unidad de masa atómica (*u*) o dalton (*Da*). Pero debido a que el hidrógeno resulta difícil de manejar experimentalmente y que cuando se usaba se obtenían resultados poco precisos, desde 1961 se toma como referencia al **isótopo**  $^{12}\text{C}$ , al cual se le ha asignado el valor de 12 *u*. La **masa atómica** se refiere a la masa total de protones, neutrones y electrones que constituyen el átomo. Sin embargo, debido a que la masa de los electrones es aproximadamente 1800 veces menor que la masa de los protones o neutrones, suele no tomarse en cuenta.

**Isótopos.** Son los átomos de un mismo elemento cuyos núcleos tienen una cantidad diferente de neutrones y por tanto tienen una masa atómica diferente.

Aunque los términos de masa y peso suelen ser usados indistintamente, de acuerdo con lo que estudiaste sobre la Segunda Ley de Newton en tu curso de Física, sabrás que esto no es correcto.

**IUPAC:** Actualmente, las reglas de nomenclatura y notación química, son establecidas por la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (IUPAC, por sus siglas en inglés). Uno de los principales propósitos de esta organización es unificar y estandarizar el lenguaje de la química.

La **IUPAC** define la **masa atómica relativa** (también llamada peso atómico) de un elemento a partir de la ponderación de las masas atómicas de los isótopos de un elemento que existen de forma natural, es decir, tomando en cuenta la proporción de cada isótopo en la atmósfera y en la corteza terrestre; éste es el valor que encontrarás en la tabla periódica moderna, que verás en la siguiente secuencia. Es de notar que la proporción de los isótopos en ambientes no terrestres, como en una estrella, es distinta; por tal motivo, las masas atómicas relativas serán distintas para estudios relacionados con la astronomía. Para el caso de una molécula, se define la **masa molecular relativa** como la suma de las masas atómicas relativas de los átomos que la componen.

**El trabajo de Mendeleiev**

A partir de la determinación de pesos atómicos realizada por Cannizzaro, muchos científicos intentaron organizar los elementos. Se conocían más de 50 propuestas para ordenarlos, entre las cuales destacaban las de Döbereiner, Newlands, de Chancourtois, Dumas, Strecker, Lenssen, Pettenhofer, Odling, Meyer y Mendeleiev (figura 2.35), estos dos últimos también asistentes al congreso de Karlsruhe.



Figura 2.35 Dmitri Ivánovich Mendeleiev, químico ruso (1834-1907).

Meyer fue de los primeros químicos en utilizar y difundir las ideas de Cannizzaro. Hizo un gráfico donde relacionaba la masa y el volumen de los átomos y encontró que había ciertos patrones que se repetían, es decir, que los átomos de los elementos tenían un comportamiento periódico. Aunque Meyer encontró relaciones periódicas en 1864, el trabajo donde planteó la ley periódica fue publicado hasta 1870.

Mientras tanto, el químico ruso Dmitri Mendeleiev, basándose en los resultados de Cannizzaro, utilizó los pesos atómicos para relacionarlos no sólo con el volumen sino con otras propiedades, y en 1869 publicó su tabla periódica (figura 2.36). ¿Qué piensas que hubiera pasado si Meyer y Mendeleiev hubiesen estado en contacto? ¿Te das cuenta de la importancia de que la comunidad científica esté en comunicación?

Además de ordenar los elementos por masas atómicas, Mendeleiev los agrupó en filas y columnas con base en sus propiedades químicas y físicas. Así, pudo observar similitudes entre elementos y propuso que las propiedades de un determinado elemento tendrían que ser un promedio de las propiedades de sus elementos vecinos. Este razonamiento fue el que le ayudó a predecir las propiedades de los elementos faltantes en su tabla.

Figura 2.36 Tabla periódica propuesta por Mendeleiev.

Typische Elemente																		
H = 1	Li = 7	Na = 23	K = 39	Rb = 85	Cs = 133													
Be = 9,4	Mg = 24		Ca = 40	Sr = 87	Ba = 137													
B = 11	Al = 27,3			Y = 88,9	La = 138,9													
C = 12	Si = 28		Ti = 48,9	Zr = 90	Hf = 178,2													
N = 14	P = 31		V = 51	Nb = 94	Ta = 182													
O = 16	S = 32		Cr = 52	Mo = 96	W = 184													
F = 19	Cl = 35,5		Mn = 55		U = 240													
			Fe = 56	Ni = 58,7	Pt = 195,1													
			Cu = 63,5	Zn = 65,4	Hg = 200,6													
			Ni = 58,7	Pd = 106,4	Ag = 107,9													
			Cu = 63,5	Zn = 65,4	Hg = 200,6													
			Ni = 58,7	Pd = 106,4	Ag = 107,9													
			Ni = 58,7	Pd = 106,4	Ag = 107,9													
			Ni = 58,7	Pd = 106,4	Ag = 107,9													
			Ni = 58,7	Pd = 106,4	Ag = 107,9													
			Ni = 58,7	Pd = 106,4	Ag = 107,9													
			Ni = 58,7	Pd = 106,4	Ag = 107,9													
			Ni = 58,7	Pd = 106,4	Ag = 107,9													

que le ayudó a predecir las propiedades de los elementos faltantes en su tabla.

Lo asombroso es que acertó en varias ocasiones, e incluso llegó a predecir las propiedades químicas y físicas de elementos aún no descubiertos con base en su posición en la tabla. De la misma manera que determinaste el peso atómico del azufre en la actividad anterior, haciendo un análisis y sistematización de resultados, Mendeleiev predijo propiedades de los elementos que aún no se conocían.

**Actividad**

**Analiza y predice: ¿Cómo predijo Mendeleiev la existencia de algunos elementos?**

Para ilustrar la periodicidad, Mendeleiev se basó en el modelo de las Tríadas de Döbereiner y usaba como ejemplo el elemento selenio. En equipo, observen con atención la tabla periódica de la figura 2.36, página 98, y contesten las siguientes preguntas.

1. Tomando los valores de masa atómica que se muestran en la tabla de Mendeleiev, calculen el promedio de las masas atómicas de los elementos a la izquierda y a la derecha del selenio (Se): el azufre (S) y el telurio (Te).
2. Considerando la propuesta de Mendeleiev, ¿cuál será la masa atómica del selenio? Comparen sus resultados con los datos de la tabla periódica actual (consúltenla en la siguiente secuencia).
3. ¿Podrían predecir la masa atómica del elemento faltante entre el aluminio (Al) y el indio (In)? ¿Cuál es? Comparte tus respuestas con un compañero.

Aunque esta organización de los elementos fue aceptada por la mayoría de los científicos, aún había escepticismo. En 1875, la Academia de Ciencias de París anunció el descubrimiento de un nuevo elemento metálico al que llamó *gallium* (galio) y describió sus propiedades. Dos meses después, Mendeleiev aclaró que el *gallium* recién descubierto era el eka-boro, predicho en su tabla periódica. En 1879 se descubrió el escandio, que corresponde al eka-aluminio de la tabla, y en 1886, el germanio, que es el eka-silicio de la tabla de Mendeleiev. Comprobar que las propiedades de los elementos recién descubiertos eran las predichas por Mendeleiev hizo que su clasificación y la ley periódica fueran acogidas por la comunidad científica: "Las propiedades de los elementos son periódicas y dependen de su masa atómica".

**Actividad**

**Investiga y reflexiona: ¿Por qué es importante el trabajo colaborativo en la construcción de la ciencia?**

1. Las aportaciones de Cannizzaro y Mendeleiev revolucionaron la química. ¿Cómo favorecieron los trabajos de otros científicos en estos avances? ¿por qué?
2. En equipo, investiguen sobre la Sociedad Química de México; quiénes son, cuál es su función, su historia y eventos que organizan. Visten la página electrónica: [www.edutics.mx/Jny](http://www.edutics.mx/Jny) (Consulta: 21 de enero de 2019). Hagan un cartel donde den a conocer los resultados de su investigación y preséntenlo a sus compañeros.

**Actividad de cierre**

**Reflexiona y aplica: ¿Qué importancia tiene comunicar los resultados para el avance científico?**

Es momento de que reflexiones sobre los planteamientos del inicio de esta secuencia.

1. ¿En qué le ayudó a Cannizzaro la sistematización y el análisis de sus resultados para establecer la distinción entre masa molecular y masa atómica?
  2. ¿Qué consideró Mendeleiev para construir su tabla periódica?
  3. ¿Cuál es la importancia del congreso que se llevó a cabo en Karlsruhe en el año de 1860?
- ¿Por qué los científicos comunican los resultados de sus investigaciones?

**Aprendizajes logrados**

Reconoces la importancia de la sistematización de resultados que llevó a establecer la diferencia entre masa atómica y masa molecular. Identificas la importancia de la organización de los elementos con base en su masa atómica en la tabla periódica. Reconoces la importancia de comunicar las ideas y productos de la ciencia como forma de socializar el conocimiento.



**Perspectivas**  
La siguiente pregunta tal vez te dé más elementos para la elección de tu proyecto al final de bloque.

¿Cuáles son las implicaciones del plomo, cadmio, mercurio, cromo y arsénico en el medio ambiente y la salud?

# Tabla periódica: organización y regularidades de los elementos químicos

## Regularidades en la tabla periódica de los elementos químicos representativos

### Aprendizajes esperados

- Identifica la información de la tabla periódica, analiza sus regularidades y su importancia en la organización de los elementos químicos.
- Identifica que los átomos de los diferentes elementos se caracterizan por el número de protones que los forman.
- Relaciona la abundancia de elementos (C, H, O, N, P, S) con su importancia para los seres vivos.

La tabla periódica de los elementos, propuesta por Mendeleiev en el siglo XIX, representó una herramienta útil para predecir las características y propiedades de la materia. A pesar del trabajo de los científicos por mejorarla, los principios de la tabla de Mendeleiev siguen estando presentes en los nuevos modelos: los elementos se organizan en filas y columnas considerando sus similitudes y diferencias y permiten predecir sus propiedades. Los modelos cada vez son más completos y nos permiten explicar mejor los fenómenos químicos.

### Actividad de inicio

#### Reflexiona: ¿Cuáles son los criterios para la clasificación de los elementos?

Supón que te han asignado la tarea de ordenar un montón de libros. ¿Qué criterios tomarías para colocarlos en el librero? Observa la figura 2.37.

Del mismo modo que es necesario ordenar los libros en una biblioteca —bajo ciertos criterios—, los elementos químicos, como viste en la secuencia anterior, también están organizados en la tabla periódica, por lo que ésta se ha convertido en una herramienta fundamental de la ciencia química. En ella podemos encontrar una gran cantidad de información sobre las propiedades físicas y químicas de los elementos que conocemos; además, permitió predecir las propiedades físicas y químicas de los elementos desconocidos, lo que facilitó su identificación cuando fueron descubiertos.

1. ¿Qué avances científicos permitieron predecir la existencia de elementos antes de descubrirse?
2. ¿De acuerdo con qué propiedades físicas y químicas se acomodan los elementos en la tabla periódica? ¿Qué utilidad tiene agrupar los elementos de acuerdo con sus propiedades?
3. ¿Por qué se considera la periodicidad en la construcción de la tabla periódica? ¿A qué se refiere?

Comparte tus respuestas con tus compañeros de grupo y con el profesor.

### Identificación de la información de la tabla periódica

Con base en las ideas de Mendeleiev, el químico suizo Alfred Werner (1866-1919; figura 2.38, de la página 101), diseñó en 1895 la tabla periódica que conocemos hoy día. En ella, los elementos se acomodan en filas (horizontales) llamadas *periodos* y en columnas (verticales) que se llaman *grupos* o *familias*. Los elementos ubicados en un mismo grupo presentan propiedades similares entre ellos, pero de ellas hablaremos más adelante. Los grupos se enumeran del uno al 18 de izquierda a derecha de acuerdo con la IUPAC.



Figura 2.37 La clasificación es una destreza científica.

Anteriormente, los grupos se enumeraban con números romanos del I al VII y una letra, ya sea A o B; esta notación aparece aún en muchas tablas periódicas. Así, el grupo 1 se conocía como IA y el grupo 11 era el IB.

### Carácter metálico, valencia, número y masa atómica

En la tabla periódica cada elemento se representa dentro de una casilla cuadrada por su símbolo, que consta de una letra mayúscula seguida, en la mayoría de los casos, por una minúscula. La información básica de cada elemento que una tabla periódica contiene es su nombre, símbolo, *número atómico*, *masa atómica relativa* y *valencia*, como se observa en la figura 2.39.

A los elementos de las familias 1, 2, y de la 13 a la 18 se les conoce como elementos representativos y se clasifican a su vez en metales alcalinos, metales alcalinotérreos, metaloides o semimetales, no metales, halógenos y gases nobles. En la tabla periódica de la siguiente página (figura 2.40), puedes identificar estos grupos que hemos distinguido usando diferentes colores.



Figura 2.38 Alfred Werner (1866-1919).



Figura 2.39 Información por elemento contenida en una tabla periódica. Muchos símbolos provienen de palabras griegas o latinas. Sodio, en latín, se dice *natrium*.

### Actividad

#### Identifica: ¿Cómo se organizan los elementos en la tabla periódica?

En parejas, localicen en la tabla periódica de la página 102 (figura 2.40) y en libros de la biblioteca de su escuela los siguientes elementos: boro, aluminio, oxígeno, carbono y nitrógeno; respondan.

1. ¿Cuál es el símbolo de cada uno?
2. ¿Cuál es su valencia?, ¿cuál es su masa atómica?
3. ¿Cuál es el elemento con mayor número atómico?
4. Comenten en grupo, ¿lograron identificar la información requerida en la tabla periódica? ¿Cómo?

Compartan con el resto del grupo sus respuestas.

La masa atómica casi siempre aumenta conforme aumenta el número atómico; por eso, la secuencia de elementos de Mendeleiev terminó siendo casi la misma que la actual.

Recuerda que, como vimos en la secuencia anterior, la *masa atómica relativa* (peso atómico) de un elemento es la masa atómica promedio de los isótopos de ese elemento, ponderada de acuerdo con la abundancia de cada isótopo en la atmósfera y en la corteza terrestre. No todos los átomos tienen un solo isótopo, por ejemplo, el hidrógeno tiene tres: el protio, con un núcleo constituido por un protón; el deuterio, cuyo núcleo está constituido por un protón y un neutrón; y el tritio, con un núcleo constituido por un protón y dos neutrones.

A los isótopos suele identificárseles con el número de masa, que es la suma de protones y neutrones; se representa con la letra A. Cuando se trabaja con isótopos suele escribirse en la parte superior izquierda al lado del símbolo del elemento. Por ejemplo, los isótopos del hidrógeno son:  $^1\text{H}$ ,  $^2\text{H}$  y  $^3\text{H}$ .

### Te invito a...

Leer el artículo de Juan Pablo Bernal y L. Bruce, "Railsback Introducción a la Tabla Periódica de los Elementos y sus Iones para Ciencias de la Tierra", *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, v. 25, núm. 2, 2008, p. 236-246. Disponible en línea: [www.edutics.com.mx/Jhc](http://www.edutics.com.mx/Jhc) para conocer algunas aplicaciones de la tabla periódica en diferentes campos. (Consulta: 21 de enero de 2019).



Figura 2.40 Tabla periódica de los elementos.

**Actividad**

**Identifica y analiza:** ¿Qué representa el número de protones en los átomos? En la tabla 2.7 te presentamos algunos datos de los isótopos comunes del oxígeno y del carbono.

**Tabla 2.7 Datos de los isótopos comunes del oxígeno y del carbono**

Isótopo	Número de protones	Número de neutrones	Número de masa (A)	Número atómico
<sup>17</sup> O	8	9	17	8
<sup>16</sup> O	8	8	16	8
<sup>12</sup> C	6	6	12	6
<sup>14</sup> C	6	8	14	6

Tomando en cuenta el concepto de número de masa como:  $Número\ de\ masa\ (A) = número\ atómico\ (Z) + número\ de\ neutrones\ (N)$ , responde:

- ¿Cuál es el número de protones para los isótopos de oxígeno?, ¿cuál es el número de protones de los isótopos del carbono?
- <sup>14</sup>C y <sup>16</sup>O tienen el mismo número de neutrones, ¿qué los hace diferentes?
- ¿Qué tienen en común <sup>12</sup>C y <sup>14</sup>C?
- ¿Cuál es la característica común entre los átomos de un mismo elemento? Comparte tus resultados con tus compañeros de grupo.

En la actividad anterior observamos que sin importar el isótopo de que se trate, los átomos de un mismo elemento se caracterizan por el *número de protones* que contienen en el núcleo. Podemos decir entonces que la identidad de un átomo está determinada por su número atómico, es decir, por el número de protones que le conforman, el cual se representa por la letra Z (y que ya sabes dónde localizar en la tabla periódica).

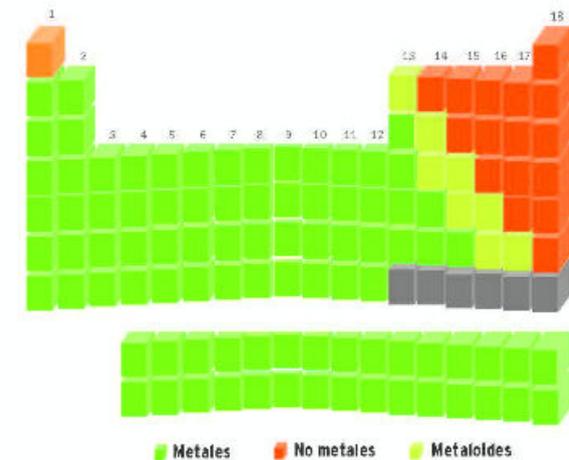
**El carácter metálico**

Existe una propiedad química relacionada con el número atómico a la que llamamos *carácter metálico*, y que es una medida de qué tan fácil un elemento puede perder electrones. A partir del carácter metálico, podemos clasificar a los elementos químicos como sigue (figura 2.41):

- Metales.** Aquellos elementos que pierden electrones fácilmente, por lo que forman cationes.
- Semimetales o metaloides.** Son elementos que pueden perder o ganar electrones con semejante facilidad; tienen propiedades intermedias entre los metales y los no metales.
- No metales.** Elementos que difícilmente pierden electrones o que los ganan muy fácilmente, por lo que tienden a formar aniones.

Es sencillo observar la diferencia de los elementos de acuerdo con esta característica en una tabla periódica: a la izquierda de la tabla se encuentran los elementos metálicos y a la derecha los no metálicos.

Figura 2.41 Ubicación de los metales, los no metales y los metaloides en la tabla periódica.





**Figura 2.42** Estructuras de Lewis del hidruro de sodio y agua. Acuérdate que el hidrógeno y el sodio llenan su último nivel de energía con dos electrones, mientras que el oxígeno lo hace con ocho electrones.

Ambos están separados por los *semimetales* o *metaloides*, que forman una franja. Más adelante veremos la importancia de organizar los elementos de esta forma.

### La valencia

Recuerda que los electrones que están en el nivel de mayor energía son los que pueden combinarse con los electrones de otros átomos para formar compuestos. Por ejemplo, el sodio tiene un electrón de valencia, por lo que reacciona con el hidrógeno, que también tiene un electrón en su capa de valencia, para formar un compuesto llamado hidruro de sodio (figura 2.42).

Se dice entonces que el hidrógeno y el sodio tienen valencia 1. Pero no necesariamente todos los electrones de valencia de un átomo participan en la formación de compuestos. Veamos el caso del oxígeno en la molécula del agua. Como puedes ver, el oxígeno se combina con dos átomos de hidrógeno, los cuales tienen valencia 1, por lo que se dice que el oxígeno tiene valencia 2. La valencia es entonces el máximo número de electrones que tiene disponibles un átomo para unirse con otro.

Identificar los elementos químicos de una familia con su valencia es muy importante, puesto que nos da información sobre su capacidad de combinarse con otros elementos.



### Actividad

**Observa e identifica: ¿Cómo se determina la valencia?**

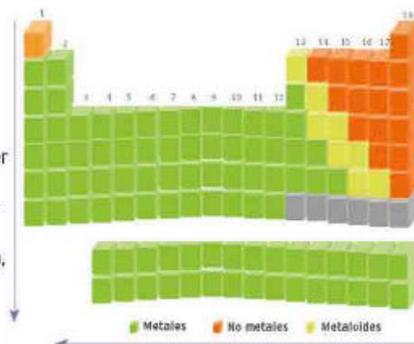
Reúnanse en equipo, observen las siguientes moléculas (figura 2.43) y respondan lo siguiente.



**Figura 2.43** Estructuras de Lewis de diferentes moléculas.

1. ¿Cuál es la valencia del carbono, nitrógeno, cloro, fósforo, azufre y silicio en las moléculas anteriores?
2. Identifiquen en la tabla periódica las valencias de las familias 1 a 8.
3. ¿Cómo es la valencia de los elementos en una misma familia?
4. ¿En qué familias coinciden la valencia y el número de electrones de valencia?

Compartan los resultados con otro equipo e intercambien ideas.



**Figura 2.44** Carácter metálico de los elementos. El sentido de las flechas indica hacia dónde aumenta, es decir, de arriba hacia abajo y de derecha a izquierda.

### Las regularidades en la tabla periódica

Como hemos visto, de acuerdo con la ubicación de los elementos en la tabla periódica, es posible conocer algunas de sus propiedades. Pero, ¿existe una relación entre ellas?

En efecto, conforme aumenta el número atómico, también varían las propiedades químicas y físicas de los elementos y observamos ciertas *regularidades*.

Una propiedad que nos ilustra esto es el carácter metálico, cuya tendencia regular podemos representar con flechas, como se muestra en la figura 2.44.

El carácter metálico en un grupo aumenta de arriba hacia abajo, es decir, el francio tiene mayor carácter metálico que el sodio. El carácter metálico aumenta en un periodo de derecha a izquierda, por ejemplo, el potasio tiene mayor carácter metálico que el yodo (figura 2.40, página 102).

¿De qué nos sirve *organizar* de esta forma los elementos? Analicemos las regularidades en estos grupos para entender la importancia de hacer esto.

Los elementos del grupo 1, excepto el hidrógeno, son denominados *metales alcalinos*. Estos metales no existen libres en la naturaleza; si te fijas, este grupo representa a los elementos de mayor carácter metálico, lo que significa que pueden perder sus electrones fácilmente, por ello son muy reactivos. Son suaves o blandos, tienen baja densidad y presentan una coloración plateada. En la figura 2.45 puedes observar al litio, sodio y potasio.

Los elementos del grupo 2, los llamados *metales alcalinotérreos*, tienen menor carácter metálico y por tanto pierden electrones con menor facilidad, es decir, son menos reactivos que los de la familia de los alcalinos; aun así, tampoco se encuentran libres en la naturaleza. Los metales de este grupo son un poco más densos que los de la familia 1 y también son blandos.

Entre los metales y los no metales se encuentran los *semimetales* o *metaloides*. Boro, silicio, germanio, arsénico, antimonio, telurio y polonio presentan algunas propiedades que se pueden clasificar como metálicas y otras como no metálicas. Estos elementos pueden perder o ganar electrones.

Los *no metales* difícilmente pierden electrones. Se distinguen por ser opacos, por tener bajos puntos de fusión y de ebullición y por ser blandos. Algunos de ellos son gases a temperatura ambiente, como el oxígeno y el nitrógeno; el bromo es el único elemento no metálico que es líquido en condiciones atmosféricas. Entre los no metales se encuentran los *halógenos* (figura 2.46), la familia 17, que son elementos muy reactivos, tienden a ganar electrones fácilmente, los cuales forman sales con los metales, como el cloruro de sodio o la sal común. Estos elementos tienen muchas aplicaciones en la industria y en la medicina; por ejemplo, algunos compuestos de bromo se usan como sedantes y el bromuro de plata se utiliza en la industria fotográfica; el yodo es indispensable para el funcionamiento del cuerpo humano, ya que su deficiencia causa una enfermedad llamada bocio, además de tener usos antisépticos; el cloro se utiliza para desinfectar agua y es un excelente blanqueador para uso industrial y doméstico.

Por último, analicemos a los elementos de la familia 18: helio, neón, argón y todos los elementos de esta familia son gases a temperatura ambiente y poco reactivos; por eso esta familia recibe el nombre de *gases nobles* o inertes (figura 2.47). Todos ellos tienen (a excepción del helio) ocho electrones en su capa más externa; ¿recuerdas la regla del octeto? Bueno, pues como los gases nobles ya tienen ocho electrones en su capa más externa, no necesitan atraer electrones de otros átomos, de ahí su poca reactividad. Hasta la década de 1960 se consideraba que eran totalmente inertes, pero se ha logrado obtener algunos compuestos de xenón y kriptón al hacerlos reaccionar con flúor. Todos los gases nobles son incoloros y sin olor.



**Figura 2.45** Litio, sodio y potasio son metales alcalinos, estos elementos reaccionan fácilmente con agua y aire, por lo que se mantienen sumergidos en aceite.



**Figura 2.46** Elementos del grupo de los halógenos.



### Perspectivas

La glándula tiroides se localiza en la base del cuello, delante de la tráquea. Esta glándula produce la llamada hormona tiroidea que controla la velocidad de las reacciones químicas, es decir, regula el metabolismo de nuestro cuerpo. Cuando el cuerpo no obtiene el yodo que necesita por medio de la dieta, la tiroides se inflama y no produce hormonas, provocando que el metabolismo del cuerpo sea muy lento. La forma más sencilla de solucionar la deficiencia de yodo es consumiendo alimentos ricos en este elemento como son el pescado, mariscos, uvas, peras, membrillos y la sal yodada con la que se sazonan muchos platillos.



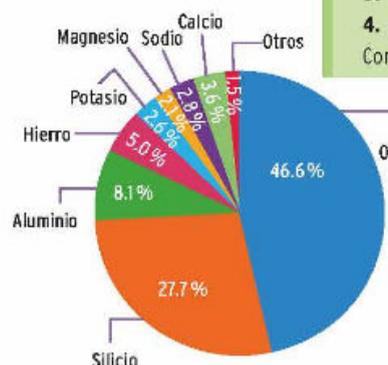
**Figura 2.47** Gases nobles. Los electrones de los átomos pasan a niveles energéticos mayores al recibir energía. Al regresar a su nivel energético original, el excedente de energía se emite en forma de luz.

Las propiedades como la valencia y el carácter metálico presentan regularidades en la tabla periódica; éstas se reflejan en las similitudes entre los elementos de los grupos que vimos anteriormente. Analicemos nuevamente y veamos de qué nos sirve organizar los elementos de esta forma.

**Actividad**

**Analiza:** ¿Todos los elementos pierden o ganan electrones de igual manera?

- Utilizando los conocimientos que has construido hasta ahora y consultando la tabla periódica, ordena los elementos de cada inciso de acuerdo con su carácter metálico.
  - Fr, Na, K
  - Si, S, P
  - N, Be, F
  - Al, Ga, B
- Se sabe que Li es más reactivo que B, ¿por qué?
- ¿Por qué es más fácil perder un electrón para los elementos del grupo 1 en vez de ganar 7?
- ¿Por qué es más fácil para un elemento del grupo 17 ganar un electrón que perder siete? Compáren sus resultados con todo el grupo y, si hay diferencias, discútanlas junto con el profesor.



Fuente: Rutgers, Frederick K. y Edward J. Taraska. *Essentials of Geology*, 11ª Ed. Estados Unidos de América, Pearson, 2011, Pág. 49.

**Gráfica 2.2** Gráfica de la abundancia de los elementos que constituyen la corteza terrestre.

**Importancia de los elementos químicos para los seres vivos**

Muchos de los elementos de la tabla periódica son poco familiares: francio, polonio, astato, hafnio, samario; otros son más conocidos: oro, plata, cobre, sodio, carbono, fósforo, oxígeno, azufre, etcétera. E incluso algunos nos son indispensables, ya sea porque son constituyentes de nuestro organismo, porque los usamos cotidianamente o por sus aplicaciones tecnológicas. En la gráfica 2.2 se muestra la abundancia de los elementos en la corteza terrestre. También es necesario mencionar que algunos elementos son potencialmente dañinos para nuestra salud y para el ambiente, entre ellos los elementos radiactivos.

**Actividad**

**Analiza, investiga y resuelve:** ¿Cuáles elementos de la tabla periódica son importantes en nuestro cuerpo?

En equipos, analicen la información de la tabla 2.8 y resuelvan lo que se pide.

Tabla 2.8 Abundancia de los elementos en el cuerpo humano		
Elemento	Proporción en masa (%)	Presentes en:
Oxígeno	65	Líquidos y tejidos, huesos, proteínas
Carbono	18	Líquidos, tejidos, proteínas de todo el cuerpo
Hidrógeno	10	Líquidos y tejidos, huesos, proteínas
Nitrógeno	3	Líquidos, tejidos y proteínas
Calcio	1.5	Pulmones, riñones, hígado, glándulas, cerebro, músculos, corazón, huesos
Fósforo	1.2	Orina y huesos
Potasio	0.2	Enzimas
Azufre	0.2	Proteínas

Elemento	Proporción en masa (%)	Presentes en:
Cloro	0.2	Líquidos
Sodio	0.1	Líquidos y tejidos
Magnesio	0.05	Pulmones, riñones, hígado, glándulas, cerebro, músculos y corazón
Hierro, cobalto, cobre, zinc, yodo	< 0.05 cada uno	Enzimas
Selenio, flúor	< 0.01 cada uno	Enzimas

Fuente: John Kotz, Paul Treichel y Gabriela Weaver, *Chemistry and Chemical Reactivity*, 6a Ed., Thomson, Estados Unidos, 2006, Pág. 88.

- Con los datos de la tabla, realicen una gráfica circular (como la gráfica 2.2 de la página 106).
  - ¿Cuáles son los elementos más importantes de acuerdo con su presencia en el cuerpo humano?
  - Relaciona la abundancia de C, H, O, N, P y S con su importancia en nuestro cuerpo.
  - Investiguen en la biblioteca de la escuela o en una biblioteca pública los siguientes puntos:
    - ¿Cuál es la relación entre el porcentaje de estos elementos en el cuerpo humano y su presencia en proteínas y otras biomoléculas?
    - ¿Cuál es la importancia de estos elementos para todos los seres vivos? Comenten sus resultados con otros equipos.
- Organicen con su profesor una sesión en la que cada equipo exponga sus resultados.

**C, H, O, N, P y S**

Aunque podemos encontrar más de 25 elementos en las biomoléculas (figura 2.48), seis de ellos son los más abundantes, como observaste en la actividad anterior. Estos elementos son carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno, fósforo y azufre, a los cuales suele abreviarse como CHONPS, por los símbolos de los elementos. A continuación te presentamos algunas características de estos elementos.

**Carbono (C)**

La abundancia del carbono en la corteza terrestre, en los océanos y en la atmósfera no excede 0.1%; sin embargo, forma una cantidad de compuestos mayor en número que los formados por el resto de los elementos combinados.

El carbono está presente en todos los organismos vivos, desde la célula más simple hasta los animales y las plantas más complejas. Piensa en nuestras biomoléculas: proteínas, lípidos, carbohidratos, ADN, etcétera, todas esas sustancias que no vemos y que estudiaste en Ciencias 1 son **compuestos orgánicos** y constituyen nuestro cuerpo y están presentes en todas sus funciones.

**Hidrógeno (H)**

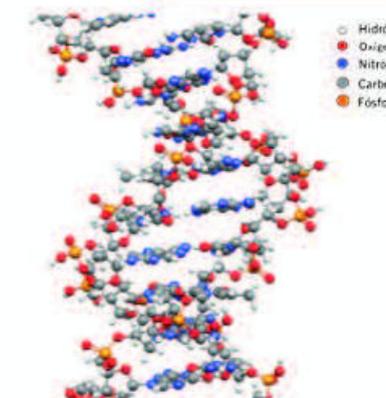
El hidrógeno es el más sencillo de los elementos: su átomo está constituido por un protón y un electrón. Es el elemento más abundante del Universo, aunque en la Tierra representa menos de 5%.

El hidrógeno se encuentra libre en el ambiente formando moléculas diatómicas (H<sub>2</sub>) o compuestos, como el agua, H<sub>2</sub>O. Si observas la tabla periódica notarás que es el primer elemento (con número atómico uno) y que se encuentra por encima de los metales alcalinos; sin embargo, no es un metal y no pertenece a esa ni a ninguna otra familia; es un elemento único.

Como notaste en la tabla de la actividad anterior de los elementos esenciales en el cuerpo humano, el hidrógeno constituye 10% en masa de nuestro cuerpo; se encuentra en los compuestos orgánicos como proteínas, lípidos y carbohidratos, o inorgánicos como el agua.

**biomoléculas.** Moléculas que producen los organismos vivos. Entre ellas se cuentan, además de las proteínas, el ADN, los carbohidratos y los lípidos.

**compuestos orgánicos.** La mayor parte de compuestos que contienen carbono son compuestos orgánicos. Una considerable proporción de estos compuestos constituyen y participan en el funcionamiento de la materia viva.



**Figura 2.48** El ácido desoxirribonucleico, ADN, es una biomolécula que contiene la información genética necesaria para el funcionamiento y desarrollo de los organismos vivos.



Figura 2.49 Representación de la molécula de O<sub>2</sub>

### Oxígeno (O)

¿Recuerdas de tu curso de Ciencias 1 el proceso de respiración de los organismos aerobios? ¿Cuál es el elemento fundamental para que se lleve a cabo este proceso? Efectivamente, se trata del *oxígeno* (figura 2.49).

El oxígeno es el elemento más abundante en la Tierra. El 21% del volumen de la atmósfera terrestre es oxígeno; en la corteza terrestre representa el 46% de la masa formando compuestos en la arena y en las piedras (en forma de silicatos), y constituye 89% de la masa total del agua del planeta. En nuestro cuerpo, forma parte de compuestos como proteínas, lípidos, agua, etcétera.

El oxígeno diatómico (O<sub>2</sub>) es muy reactivo; casi todos los elementos químicos forman compuestos con él. Sin él no podríamos obtener la energía de los alimentos que consumimos, por lo que es fundamental en el proceso de respiración de casi todos los seres vivos.



Figura 2.50 Ciclo del nitrógeno: El nitrógeno se encuentra en la atmósfera, pero se incorpora a formas orgánicas y minerales, a través de las plantas y bacterias en el suelo.

### Nitrógeno (N)

A temperatura ambiente el nitrógeno es un gas diatómico (N<sub>2</sub>) sin olor, sabor, ni color y no es tóxico. Es un no metal que constituye aproximadamente cuatro quintas partes del aire atmosférico. Es otro elemento esencial para la vida y para el adecuado funcionamiento de nuestro cuerpo (figura 2.50). Los seres vivos lo requerimos para la síntesis de biomoléculas como las proteínas y el ADN.

Las proteínas son muy abundantes en nuestro cuerpo: cuando tocas tu cabello, tus uñas o tu piel, ¡estás tocando pro-

teínas! y el nitrógeno está presente en todas ellas. Una gran variedad de proteínas nos forman y nos dan estructura; otras intervienen en funciones como la reproducción, la nutrición y la respiración.

En el agua y en el suelo el nitrógeno se encuentra en forma de nitratos (NO<sub>3</sub>) y nitritos (NO<sub>2</sub>), que son compuestos inorgánicos. Los nitratos son aprovechados por las plantas para producir compuestos orgánicos nitrogenados como los aminoácidos. Por eso los nitratos son un componente esencial de los fertilizantes. Por su parte, los nitritos se usan para salar carnes para su conservación. Su uso excesivo ocasiona daños al ambiente y puede tener efectos nocivos en la salud.

### Fósforo (P)

El fósforo es un no metal que pertenece a la misma familia del nitrógeno. Debido a que reacciona fácilmente, en la naturaleza se encuentra siempre formando compuestos. Lo encontramos en forma de fosfatos en minerales como la fluoroapatita, Ca<sub>5</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>F, cloroapatita, Ca<sub>5</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>Cl, y la hidroxiapatita Ca<sub>5</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>OH; este último constituye el esmalte de tus dientes.

El fósforo es esencial para la vida: en forma de fosfato es un componente del ADN y de otras biomoléculas; por ejemplo, los fosfolípidos que forman las membranas celulares o el trifosfato de adenosina (ATP) (figura 2.51), que contiene la energía con la cual se llevan a cabo los procesos biológicos.

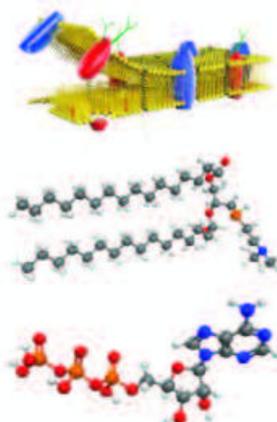


Figura 2.51 El fósforo es fundamental para la química de la vida. a) Estructuralmente se encuentra en los fosfolípidos que forman la membrana celular. b) También forma parte de la molécula de ATP, uno de los principales medios de transporte de energía en los procesos biológicos.

### Azufre (S)

El azufre es un elemento esencial para el organismo humano ya que forma parte de algunas proteínas. ¿Sabes que hace que una persona tenga el cabello más rizado que otra?

El pelo está formado por una proteína llamada *queratina*, misma que compone las uñas, caparazones y cuernos en algunos animales.

La queratina está constituida por aminoácidos ricos en azufre, que en la figura 2.52 están representados en color amarillo. Estos aminoácidos (específicamente, el aminoácido serina) pueden unirse a otros átomos de azufre cercanos retorciendo la proteína, dando como resultado un rizo. Entre más azufre contenga nuestro cabello, más rizado será.

Como te habrás dado cuenta, algunos elementos son más importantes para nosotros, ya sea por sus aplicaciones industriales o porque simplemente forman los compuestos necesarios para la vida. Cada elemento tiene aplicaciones tan variadas que muchas veces ni las imaginamos. Con el avance de la ciencia y la tecnología los científicos encuentran nuevos materiales y aplicaciones, y aportan nuevos conocimientos, ya sea para explicar y entender fenómenos o para facilitarnos la realización de actividades cotidianas.

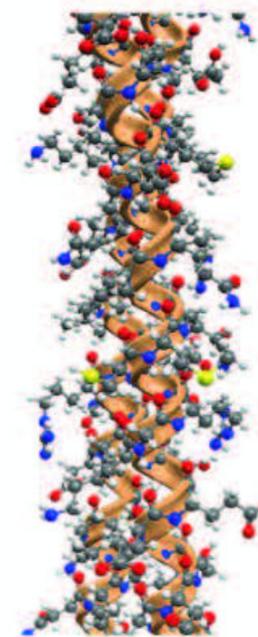


Figura 2.52 La queratina es una proteína rica en azufre, y está presente en el cabello y las uñas. Su estructura consiste en hélices (como el ADN) envueltas por pares.

### Actividad

**Analiza y propón:** ¿Qué características químicas de algunos elementos que son tóxicos para los seres humanos representan un riesgo?

Se sabe que el calcio puede ser sustituido por el plomo en los seres vivos, lo cual ocasiona envenenamiento e incluso la muerte.

1. ¿Dónde está presente el calcio en los seres vivos? ¿Qué función biológica se vería afectada por esta sustitución?
2. ¿Cuál es la utilidad de poder predecir si un elemento tóxico puede sustituir a alguno vital?
3. ¿Qué propondrías para alertar a la gente sobre los riesgos de ingerir algún elemento tóxico?

Comparte tus resultados con tus compañeros de grupo.

### Actividad de cierre

**Reflexiona e integra:** ¿Puedes identificar y relacionar las propiedades químicas de los elementos en la tabla periódica?

Es momento de que reflexiones sobre las preguntas del inicio de esta secuencia. Observa nuevamente con atención tu tabla periódica y recuerda las propiedades que vimos.

1. ¿Qué avances científicos permitieron predecir la existencia de elementos antes de descubrirse?
2. ¿Cómo están organizados los elementos en la tabla periódica? ¿qué utilidad tiene identificarlos y agruparlos de acuerdo con sus propiedades?
3. ¿Por qué se considera la periodicidad en la construcción de la tabla periódica? Junto con el profesor, lleven a cabo un intercambio de ideas para resumir e integrar los conocimientos adquiridos en esta secuencia.

#### Aprendizajes logrados

Durante esta secuencia aprendiste a identificar la información de la tabla periódica y sus regularidades. Relacionaste la importancia de algunos elementos con los seres vivos.

### Perspectivas

Recuerda que al final del bloque realizarás un proyecto para integrar los conocimientos adquiridos, las siguientes preguntas pueden ayudarte para elegir el tema.

¿Qué es un elemento esencial?, ¿cómo aplicarías el concepto para mejorar tu dieta?

¿Qué es una tabla nutricional? ¿Qué son los oligoelementos?

Enlace químico

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

**Aprendizajes esperados**

- Identifica las partículas e interacciones electrostáticas que mantienen unidos a los átomos.
- Explica las características de los enlaces químicos a partir del modelo de compartición (covalente) y de transferencia de electrones (iónico).
- Identifica que las propiedades de los materiales se explican a través de su estructura (atómica, molecular).

Ahora que conoces la tabla periódica, podrás usarla para predecir el comportamiento de los elementos; por ejemplo, qué elementos se pueden unir para formar compuestos y qué tipo de compuestos se obtienen de estas uniones. Mediante modelos, explicarán que los elementos se unen de diferentes maneras de acuerdo con sus características y propiedades físicas y químicas.

**Actividad de inicio**

**Reflexiona: ¿Puedes diferenciar la sal y el azúcar a simple vista?**

Todos hemos probado el azúcar y la sal, y sabemos que la primera tiene un sabor dulce, mientras que la segunda es salada, como su nombre lo indica. ¿Alguna vez las has confundido por su apariencia?

Imagina que no puedes ingerirlas para diferenciar su sabor. ¿Podrías identificarlas a simple vista? (figura 2.53)

La sal está compuesta por cloruro de sodio, NaCl; mientras que el azúcar es un compuesto de carbono cuyo nombre común es sacarosa,  $C_{12}H_{22}O_{11}$ .

A pesar de tener una apariencia similar, existen propiedades que las hacen diferentes entre sí y que no son evidentes a simple vista. Por ejemplo, su temperatura de fusión: mientras que la sal funde a 800 °C, el azúcar lo hace a 180 °C aproximadamente. Otra diferencia importante es que, al disolverse en agua, la sal conduce la corriente eléctrica y el azúcar no.

1. ¿A qué atribuirías las diferencias entre las propiedades de la sal y del azúcar?
2. ¿Cómo participan los electrones de cada átomo para formar las moléculas de cada uno de estos compuestos?, ¿cómo se relaciona con las propiedades que se mencionaron de cada compuesto?

Comparte tus respuestas con tus compañeros.



Figura 2.53 ¿Cuál es azúcar y cuál es sal?

Figura 2.54 En este paisaje podemos no solamente admirar la naturaleza, sino también reconocer la diversidad de las sustancias. El agua de mar, las sales disueltas en ella, el aire, los árboles (que contienen una gran variedad de compuestos orgánicos, minerales y agua), la arena y las rocas (que están compuestas por minerales), todas tienen propiedades diferentes, las cuales están determinadas por la forma en la que se unen sus átomos o moléculas que las constituyen.



**Enlace químico**

Hasta ahora hemos aprendido que las cosas que nos rodean están hechas de materiales constituidos por sustancias o mezclas de ellas, las cuales están formadas por varias partículas que en la secuencia 7 identificamos como átomos, iones y moléculas. Los átomos a su vez están constituidos por electrones, protones y neutrones.

Hemos visto algunas propiedades de la materia e incluso hicimos una clasificación de acuerdo con ellas. Pero ¿a qué se debe la diversidad de sustancias como las que observas en la figura 2.54? Sabemos que algunos materiales conducen la corriente eléc-

trica y otros no, que algunas sustancias se disuelven en agua y otras no, que algunas funden a temperaturas muy bajas y otras a temperaturas muy altas.

¿Qué relación tienen la estructura interna de la materia y la interacción entre partículas cargadas con las propiedades macroscópicas? Existen propiedades de las sustancias, como la solubilidad, la temperatura de fusión y la temperatura de ebullición, que son consecuencia directa de la fuerza con que interaccionan las partículas que las constituyen. Comencemos entonces por recordar e identificar cuáles son estas partículas.

**Actividad**

**Identifica y responde: ¿Qué fuerzas electrostáticas se presentan entre moléculas?**

En la figura 2.55 mostramos dos átomos de hidrógeno (representados con el modelo de Bohr) para formar la molécula de  $H_2$ . Recordando lo que aprendieron en la secuencia 7, identifiquen las partículas cargadas y respondan, en equipo.

1. ¿Cómo se llaman las partículas que tienen carga positiva?, ¿y las partículas que tienen carga negativa?
2. Los trazos en colores verde y naranja representan líneas sobre las que actúan fuerzas electrostáticas. Recordando su curso de Ciencias 2, ¿qué partículas se atraen y cuáles se repelen?
3. De las fuerzas electrostáticas que identificaron en el inciso anterior, ¿cuáles son las que mantienen unidos a los átomos? Compartan sus respuestas con otros equipos.

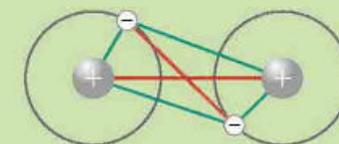


Figura 2.55 Representación de la molécula de  $H_2$ .

Podemos definir el *enlace químico* como la interacción que mantiene unidos a dos átomos en una molécula. Esta interacción es un balance de fuerzas de repulsión y de atracción en favor de estas últimas, a una cierta distancia entre los átomos que participan en el enlace. ¿Recuerdas la Ley de Coulomb que viste en Ciencias 2? Con esta ley se puede conocer la fuerza y la energía con que interactúan dos cargas eléctricas separadas a cierta distancia, conocida como *interacción electrostática*.

En este caso están involucradas tanto partículas con carga electrostática positiva (protones) como partículas con carga electrostática negativa (electrones) de cada átomo que participa en el enlace. Para cada tipo de enlace existe una longitud de separación entre los átomos en la cual la energía de interacción entre ambos será la menor posible, es decir, si los átomos se alejaban más uno de otro o se juntaran más, la energía de interacción aumentaría. Esta energía mínima es lo que hace que el enlace sea estable. Las moléculas constituyen unidades que pueden estar formadas por sólo dos átomos, como el  $O_2$ , o millones de ellos, como el caso del ADN.

Como estudiaste en tu curso de Ciencias 2, cuando en ciencia se quiere describir o explicar algún fenómeno se recurre a modelos. Así, el enlace químico puede explicarse usando diferentes modelos.

**Modelo de enlace iónico**

En 1916, el físico alemán Walther Kossel (1888-1956) propuso el modelo de *enlace iónico*. De acuerdo con éste, cuando dos átomos se unen, uno de ellos dona electrones y el otro los acepta.

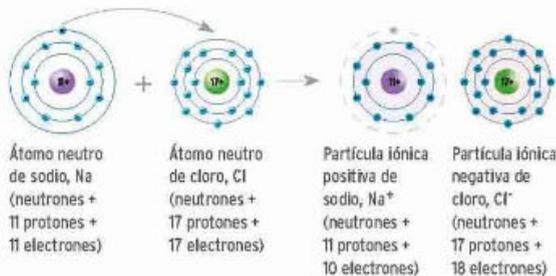
**Perspectivas**

La magnitud de la fuerza  $F$  con que interactúan dos cargas eléctricas puntuales se calcula con la Ley de Coulomb:

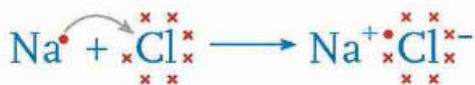
$$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

en la que  $k$  es una constante de proporcionalidad,  $q_1$  y  $q_2$  las magnitudes de las cargas y  $r$  su distancia de separación. Asimismo, su energía de interacción  $U$ , se calcula de la forma:

$$U = k \frac{q_1 q_2}{r}$$



Transferencia de  $e^-$



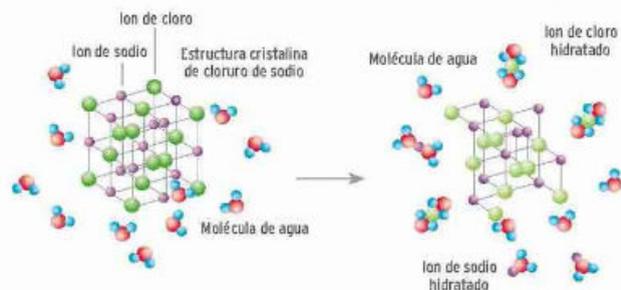
**Figura 2.56** Esquema de formación de una molécula de cloruro de sodio con el modelo de Kossel.

Como vimos en la secuencia anterior, la facilidad para ganar o perder electrones depende del carácter metálico de cada uno de los átomos. Los átomos con mayor carácter metálico son los que pierden electrones más fácilmente, mientras que los no metales los ganan con facilidad. La electronegatividad también da indicios de la tendencia a ganar o a perder electrones de los átomos de un determinado elemento.

Para entender esto tomemos como ejemplo el cloruro de sodio, NaCl. El sodio, que es un elemento del grupo 1, tiende a perder electrones fácilmente, mientras que el cloro, que se encuentra en el grupo 17, tiende a ganarlos; por tanto, el cloro tenderá a “quitarle” electrones al sodio (figura 2.56).

En el modelo de Kossel —basado en el modelo de Bohr de varias órbitas y que es exclusivo para compuestos iónicos—, el sodio tiene un electrón en su capa de valencia y el cloro tiene siete electrones en su capa de valencia. Con base en la regla del octeto, el sodio le transfiere un electrón al cloro para completar ocho electrones en su última órbita. Cabe resaltar que una vez que el sodio pierde el electrón también completa ocho electrones, pero en una órbita menor. Como consecuencia de esta *transferencia de electrones*, un átomo queda como partícula cargada positivamente (el que pierde electrones,  $Na^+$ ) formando un catión, y el otro queda como partícula cargada negativamente (el que gana electrones,  $Cl^-$ ) y forma un anión. Las cargas eléctricas contrarias del catión y el anión presentan una atracción electrostática fuerte, como la que identificaste en la actividad anterior.

Los enlaces iónicos se presentan típicamente entre un metal y un no metal. Los metales pueden ser aquellos de los grupos 1 y 2, y los no metales, de los grupos 16 y 17 de la tabla periódica.



**Figura 2.57** Los compuestos iónicos (como el NaCl) se disuelven en el agua: los cationes se orientan hacia la parte negativa de la molécula de agua (los átomos de oxígeno), mientras que los aniones se ven atraídos por la parte positiva (átomos de hidrógeno).

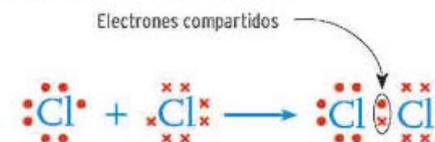
En estado sólido los iones  $Na^+$  y  $Cl^-$  forman un arreglo ordenado y periódico en tres dimensiones, lo que constituye la denominada *red cristalina*. En este arreglo se acomodan de manera alternada un  $Na^+$  y un  $Cl^-$  en cualquiera de las tres dimensiones. Debido a que no existen electrones libres de valencia que puedan moverse de un átomo a otro en la red cristalina, ya que ésta restringe el movimiento de los electrones al entorno del núcleo del átomo al que pertenecen, estos compuestos no conducen la corriente eléctrica en su forma sólida. Además, como la fuerza electrostática que mantiene unidos a todos los iones es muy fuerte, las temperaturas de fusión y ebullición de estos compuestos son muy altas.

Este tipo de compuestos son solubles en agua. En esta situación, sus enlaces se rompen deshaciendo la red cristalina y se considera que los iones están *disociados* o separados, de manera que pueden moverse, por lo que entonces sí son capaces de conducir corriente eléctrica; es decir, hay un movimiento de cargas (los iones) (figura 2.57). Lo mismo sucede cuando se funden. En un metal, la conducción de la corriente eléctrica se debe al movimiento ordenado de electrones; en la disolución de un compuesto iónico, se debe al movimiento ordenado de iones.

**Modelo de enlace covalente**

Al mismo tiempo que Kossel proponía el modelo de enlace iónico, el químico estadounidense Gilbert N. Lewis, formuló el modelo de *enlace covalente* (como se vio en la secuencia 7). Este modelo propone que, cuando los átomos presentan la misma o similar tendencia a perder o ganar electrones cuando se unen, no se lleva a cabo la transferencia de electrones, sino que los *electrones se comparten* entre ellos.

Esta forma de unión se lleva a cabo entre los átomos no metálicos. Por ejemplo, los átomos de cloro se unen por medio de este enlace para formar una molécula diatómica de cloro ( $Cl_2$ ). Cada uno tiene, por separado, siete electrones en su último nivel energético y ambos tienen la misma capacidad para ganar electrones, por lo que ninguno puede donar un electrón al otro; entonces, la manera de lograr una unión es que ambos átomos compartan un par de electrones. De esta manera, cada átomo cumple la regla del octeto, lo que los hace más estables. Observa:

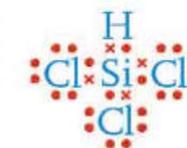


En estas moléculas, las fuerzas que mantienen unidos a los átomos, llamadas **fuerzas intramoleculares**, son muy fuertes. Sin embargo, la atracción entre moléculas o **fuerza intermolecular** es muy débil, por lo que muchas de estas sustancias tienen temperaturas de fusión y ebullición bajas. Ejemplos de éstas son el oxígeno ( $O_2$ ), el nitrógeno ( $N_2$ ) y el hidrógeno ( $H_2$ ); los halógenos ( $F_2$ ,  $Cl_2$ ), y compuestos como el amoníaco ( $NH_3$ ). En los compuestos con enlaces covalentes, todos los electrones de la capa de valencia forman enlaces, por ello no tienen movilidad más allá de los dos átomos y de su enlace y, por tanto, los compuestos con este tipo de enlace no conducen la electricidad ni cuando están en solución ni cuando se funden.

Otros elementos, como el carbono y el silicio, también se unen por medio de enlaces covalentes, pero en estos casos los átomos no sólo comparten un par de electrones, sino que cada átomo puede compartir hasta cuatro con diferentes átomos. Observa en la figura 2.58 cómo se unen los átomos de silicio.

**fuerzas intramoleculares.** Fuerzas que mantienen unidos a los átomos en una molécula.

**fuerzas intermoleculares.** Son aquellas que mantienen unidas a las moléculas. La fuerza intramoleculares son mucho más fuertes que las intermoleculares, del orden de 10 a 100 mil veces más débiles estas últimas.



**Figura 2.58** Triclorosilano. Es un compuesto del que se obtiene silicio de alta pureza, con el cual se fabrican muchos materiales semiconductores para electrónica. En la molécula de triclorosilano cada átomo de silicio comparte cuatro electrones con otros cuatro átomos.

**Actividad**

**Identifiquen y analicen:** ¿Puedes explicar las propiedades de los materiales a partir de sus enlaces?

1. Reúnanse en equipo, analicen la información de la tabla 2.9 y completen las últimas columnas con la estructura de Lewis y el modelo de enlace correspondiente, iónico o covalente.

Tabla 2.9 Tipos de enlace y su relación con las propiedades de los materiales					
Compuesto	¿Es soluble en agua?	Punto de fusión (°C)	¿Conduce la corriente eléctrica en disolución o en estado líquido?	Estructura de Lewis	Modelo de enlace
KCl	Sí	776	Sí		
$N_2$	No	-210	No		
$CH_4$	No	-183	No		
KI	Sí	680	Sí		

2. De acuerdo con la información de la tabla, respondan.

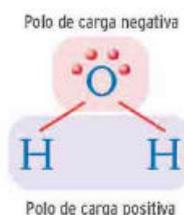
- ¿En cuál de los compuestos de la tabla hay transferencia de electrones y en cuáles se comparten?
- De los compuestos en los que identificaste transferencia de electrones, ¿qué átomos pierden electrones?, ¿cuáles los ganan?
- Dibujen en su bitácora la estructura de Lewis para los compuestos covalentes. Encierren en un círculo cuáles son los pares de electrones compartidos en cada una.
- Observen las estructuras de Lewis de las moléculas y respondan, ¿qué relación hay entre las propiedades de los materiales y el modelo de enlace?

Compartan sus respuestas con otro equipo y escriban una conclusión en su bitácora.

**Figura 2.59** Entre los átomos de H y O hay un enlace covalente. Por su electronegatividad (concepto que estudiarás más en la secuencia 14), el oxígeno atrae más hacia sí el par electrónico de este enlace covalente haciendo que la carga negativa se concentre en un extremo o polo negativo de la molécula del lado del oxígeno, quedando una carga ligeramente positiva o polo positivo del lado del hidrógeno. Esto sucede con los dos enlaces covalentes. El resultado global es una gran diferencia de carga en la molécula, lo que le aporta la propiedad de disolver varios compuestos iónicos y compuestos con una marcada diferencia en la distribución de su carga negativa, como el azúcar.

### Los compuestos iónicos y covalentes en la química

Es común que los químicos diseñen y realicen sus experimentos en el laboratorio teniendo en cuenta los estados de agregación de las sustancias y las mezclas que están estudiando. Por ejemplo, el manejo de sustancias en estado líquido facilita la medición de varias propiedades y condiciones con mucha precisión y rapidez como el volumen, la concentración, la masa, la temperatura, etcétera, con la ventaja, desde los puntos de vista teórico y práctico, de tener a la mano sistemas homogéneos. Es más difícil estudiar, por ejemplo, cómo varía la concentración de una muestra de una mezcla heterogénea conforme pasa el tiempo, pues la concentración será distinta dependiendo de qué parte de la muestra se analice, justamente porque es heterogénea. Por tal motivo, es común que en química se trabaje con disoluciones líquidas.



El agua es considerada el *disolvente universal*. Esto es en parte así porque la inmensa mayoría de los procesos químicos en los sistemas vivos se producen con este vital líquido, funcionando como disolvente. Esta afirmación es más representativa para disoluciones en donde algunos de los solutos

pueden ser iónicos, como el cloruro de sodio, o solutos cuya estructura molecular presenta una diferencia de carga eléctrica negativa muy marcada, generalmente llamados polares (figura 2.59).

Por otro lado, además del agua, en química también se usan disolventes como el etanol, la acetona, el aguarrás y el *thinner* para llevar a cabo reacciones que darán lugar a la obtención de un nuevo producto o para estudiar las propiedades de las sustancias. Todos ellos tienen algo en común: son disolventes moleculares, es decir, constituidos por moléculas con enlaces covalentes, lo que limita en gran medida la solubilidad de algunas sustancias, pero facilita la de otras.

Las moléculas de miles de compuestos en los que el carbono es el ingrediente principal se forman gracias a enlaces covalentes. Muchos de estos compuestos son utilizados como satisfactores de origen artificial en nuestra vida cotidiana, como los plásticos, los medicamentos y muchos materiales especiales que son mezclas que cumplen con propiedades muy específicas. Sin embargo, varios de estos compuestos tienen efectos nocivos para el medio ambiente y nuestra salud.

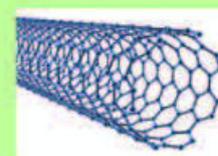
Por ejemplo, existe un grupo de poco más de 200 compuestos orgánicos producidos por el ser humano, conocidos como bifenilos policlorados

(PCB, por sus siglas en inglés), cuya alta estabilidad debida a los enlaces covalentes que se forman entre sus átomos permiten su uso en diversas aplicaciones industriales. Gran parte de ellos se utilizó como refrigerantes, como aislantes en transformadores eléctricos y en balastos de focos para alumbrado público. Fueron muy populares hasta que se descubrió que eran muy tóxicos, por lo que se prohibió su fabricación y uso. A pesar de que ya no se comercializan ni se fabrican, sus efectos nocivos continuarán por varias décadas, ya que no son fácilmente biodegradables y siguen estando presentes en equipos que fueron fabricados hace más de 40 años. Debido a su naturaleza covalente, los PCB no son solubles en agua, pero sí en grasas, por lo que la principal vía de exposición para el ser humano es la ingesta de pescados u otros animales que hayan acumulado dichos contaminantes en el tejido graso. Actualmente, la química participa en el desarrollo de equipos sofisticados para detectar la presencia de este tipo de compuestos en los alimentos y evitar que sean consumidos por la población.

### Actividad

**Reflexiona:** ¿Se pueden explicar las propiedades de los materiales a partir de su estructura?

Una de las formas alotrópicas del carbono son los nanotubos. Estos presentan propiedades muy interesantes que varían según su dimensión y la manera en que se enrollan las láminas, por lo que su gama de aplicaciones es muy amplia: se usan en electrónica como recubrimiento de chips; por su resistencia mecánica se emplean para desarrollar nuevas fibras. La figura 2.60 muestra un modelo de esta estructura. En medicina se prueban ya como hilos de sutura para tejidos internos.



**Figura 2.60** Modelo de un nanotubo de carbono, una de las formas alotrópicas del carbono.

Reflexiona y responde en tu cuaderno las siguientes preguntas.

- ¿Qué tipo de enlaces forma el carbono en este tipo de estructuras?
- ¿A qué se debe el cambio en las propiedades cuando se modifica la estructura?
- ¿Consideras que los nanotubos de carbono pueden representar un riesgo para el medio ambiente y el ser humano como los bifenilos policlorados (PCB)?

Comparte tus respuestas con tus compañeros.

### Actividad de cierre

**Reflexiona y concluye:** ¿Conoces las características de los enlaces químicos?

Como vimos en la actividad de inicio, algunas sustancias pueden ser similares en apariencia pero tener propiedades muy diferentes.

- ¿Cómo explicas la diferencia en las propiedades de las sustancias?
- ¿Cuál es la utilidad de conocer la estructura interna de la materia para entender sus propiedades?
- ¿Cuál es la principal diferencia entre el modelo de enlace iónico y el covalente?

Comparte tus resultados con todo el grupo.

#### Aprendizajes logrados

A lo largo de esta secuencia identificaste las partículas y fuerzas que mantienen unidos a los átomos, así como las características de los modelos de enlace covalente e iónico. Aprendiste que las propiedades de los materiales se explican a través de su estructura.

### Perspectivas

Ya hemos llegado al momento en el que tienes que elegir el tema del proyecto 2, te proponemos investigar las principales funciones de los siguientes iones en nuestro organismo:  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  y  $\text{Mg}^{2+}$ , posiblemente te ayude para tu decisión final.



**Proyecto**

Ahora tú explora, experimenta y actúa. Integración y aplicación



**Proyecto 2**

**Aprendizajes esperados**

- A partir de situaciones problemáticas, plantea preguntas, actividades a desarrollar y recursos necesarios, considerando los contenidos estudiados en el bloque.
- Plantea estrategias con el fin de dar seguimiento a su proyecto, reorientando su plan en caso de ser necesario.
- Argumenta y comunica, por diversos medios, algunas alternativas para evitar los impactos en la salud o el ambiente de algunos contaminantes.
- Explica y evalúa la importancia de los elementos en la salud y el ambiente.



**Figura 2.61** En la biblioteca de tu escuela puedes buscar información por tema o por título. Es posible que encuentres respuestas en revistas de divulgación científica.

En este bloque 2 “Las propiedades de los materiales y su clasificación química” aprendieron a distinguir entre mezclas, compuestos y elementos, cómo se representan los átomos con diferentes modelos, cómo se enlazan entre ellos y su representación con símbolos. Asimismo, identificaron propiedades de los metales y su uso en la vida cotidiana y conocieron algunos aspectos de la tabla periódica, entre otras cosas. Todas estas ideas son muy útiles para comprender el mundo que nos rodea, incluido nuestro propio cuerpo. Al contestar las preguntas al final de cada secuencia, en la sección *Perspectivas*, comenzaron a recopilar información para el desarrollo de su proyecto.

Es por ello que con los conocimientos que adquirieron pueden llevar a cabo uno de los siguientes proyectos:

¿Cuáles elementos químicos son importantes para el buen funcionamiento de nuestro cuerpo?

¿Cuáles son las implicaciones en la salud o el ambiente de algunos metales pesados?

Seleccionen una de las dos preguntas como eje para su proyecto, y a partir de ella decidan qué quieren investigar. También les proponemos otras opciones, pero ustedes pueden elegir otra diferente.

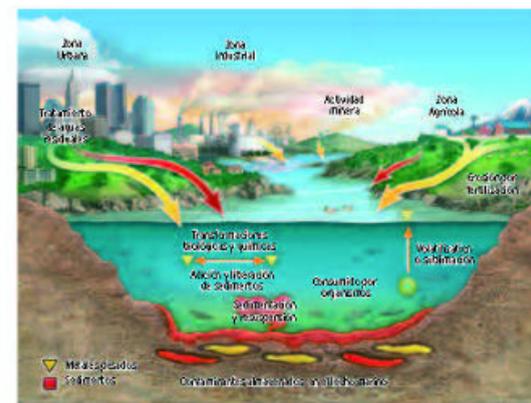
¿De qué están formados los organismos? Todos los seres vivos estamos formados por los mismos elementos químicos. De la tabla periódica, 25 son los que componen principalmente a los seres vivos. A estos elementos que forman parte de los procesos metabólicos se les llama bioelementos, observa la gráfica de la página 106. Recordarás que los elementos químicos más abundantes en los seres vivos son oxígeno, carbono, hidrógeno y nitrógeno, que constituyen el mayor porcentaje de su masa. ¿Cómo es posible que a partir de estos elementos se lleven a cabo las complejas funciones de la vida? (Consideren la pregunta que contestaron en la sección *Perspectivas*, al final de la secuencia 10). ¿Por qué, además de los elementos, son importantes los compuestos para el buen funcionamiento de nuestro cuerpo? ¿Se han preguntado, por ejemplo, de qué están formados sus huesos?

Las funciones más importantes de los bioelementos son: 1) estructurales: integran huesos, tejidos, vísceras, etcétera (carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno, fósforo, azufre y calcio); 2) catalíticas: son sustancias que cambian la rapidez de las reacciones químicas, sin participar en ellas (hierro, zinc, yodo y cobalto), y 3) osmóticas: intervienen en el fenómeno de la ósmosis, es decir, la distribución de agua en el interior y exterior de las células (recuerden las funciones que investigaron en la secuencia 11 para el  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}_2$  y  $\text{K}^+$ ).

Como proyecto pueden investigar, por ejemplo, cuáles son las diferencias en los elementos y sus cantidades en diferentes tejidos del cuerpo humano como la piel, sangre, huesos, músculos, cerebro, o bien, las uñas y el cabello. Otro posible enfoque considera que un solo elemento puede tener múltiples funciones en nuestro cuerpo. Entonces, podrían

seleccionar un elemento e investigar cuáles funciones cumple. Un buen ejemplo es el calcio, que es un metal esencial para muchas funciones, o el nitrógeno, presente en una gran variedad de moléculas en nuestro cuerpo. Elijan el proyecto que más les interese (figura 2.61, página 116).

Así como hay algunos elementos esenciales para el buen funcionamiento del cuerpo, hay otros que son dañinos. Entre éstos se encuentran los metales pesados. Éstos son un grupo de elementos que tienen propiedades metálicas y que incluyen a los metales de transición, metaloides, lantánidos y actínidos. Algunos de ellos se caracterizan por ser tóxicos para los seres vivos, aunque, como leíste en párrafos anteriores, otros son necesarios para realizar nuestras funciones; por ejemplo, hierro, cobalto, cobre, manganeso, molibdeno y zinc. Sin embargo, en grandes cantidades nos resultan tóxicos. Existen otros metales que no tienen alguna función conocida en el organismo y que pueden acumularse causando enfermedades. Entre éstos se encuentra el mercurio, el plomo, el cromo y el plutonio. Algunos de estos productos se liberan al ambiente como desecho de procesos industriales y entran en las redes alimentarias, acumulándose en diversos organismos (figura 2.62).



**Figura 2.62** Contaminación ambiental por metales pesados.

¿Qué les interesaría saber sobre estos contaminantes? Algunas preguntas que podrían plantear son, ¿cuáles son los metales pesados y sus efectos?, ¿qué procesos industriales liberan en el ambiente metales pesados?, ¿por qué y cuándo se dejó de emplear la gasolina con plomo y cuáles han sido las repercusiones de esta medida?, ¿por qué la cerámica vidriada, tan común en nuestro país, puede causar problemas de intoxicación por plomo?, ¿qué medidas se han tomado para disminuir el plomo en pinturas de hogares y juguetes?, ¿por qué las mujeres embarazadas no deben consumir cazón ni marlín?

Para comenzar decidan si abordarán alguno de los temas mencionados. ¿Quiéren saber cuáles son los elementos esenciales para los seres vivos? ¿Prefieren estudiar cuáles elementos pueden causar daño a las personas y al ambiente? Planteen una pregunta totalmente diferente si les interesa más otro tema del bloque.

Ahora inicien la planeación de su proyecto, que incluye la selección del tema y de la pregunta de investigación.

**Planeación del proyecto**

**Elección del tema del proyecto**

En la introducción del proyecto presentamos dos grandes temas y varias preguntas. Léanla cuidadosamente y decidan cuál tema les interesa más y dentro de este tema, qué pregunta les gustaría contestar a través de su trabajo en equipo.

Anoten la pregunta en la línea y en su cuaderno bajo el título “Pregunta de investigación”

**Te invito a...**

visitar la página del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente de España, para conocer más sobre el efecto de los metales pesados en el medio ambiente y las propuestas para su manejo a nivel internacional en [www.edutics.com.mx/4ji](http://www.edutics.com.mx/4ji) (Consulta: 21 de enero de 2019).  
y a consultar el libro Rojas Garcidueñas, Manuel, *De la vida de las plantas y de los hombres*, México, Fondo de Cultura Económica, 1991 (La ciencia para todos), para saber más sobre la relación que tenemos con las plantas, disponible en [www.edutics.com.mx/46v](http://www.edutics.com.mx/46v) (Consulta: 23 de enero de 2019).

Después de seleccionar o plantear una pregunta, formulen una hipótesis de trabajo, respondiendo lo siguiente, ¿cuál creen que puede ser la respuesta a su pregunta de investigación?, ¿por qué?

Posteriormente planteen el propósito de su investigación, considerando si puede aplicarse en su escuela, hogar o comunidad. Lo que sigue es definir qué actividades deben realizar para elaborar su proyecto.

Algunas veces, los proyectos no se desarrollan de acuerdo con lo planeado, puede ser porque no encontramos la información, porque no nos salieron los experimentos o quizá porque la hipótesis que planteamos no fue acertada. En este caso, es válido replantear el proyecto y orientarlo hacia uno que produzca respuestas a las preguntas que nos planteamos. Podemos cambiar la pregunta inicial, la hipótesis o la forma de experimentar, entre otras cosas. Lo importante es evaluar constantemente si el proyecto va por buen camino y si no es así, reorientarlo.

**Organización de las actividades**

Organicen todas las actividades que llevarán a cabo en un cronograma, como lo hicieron en el primer proyecto.

**Desarrollo**

Una de las primeras actividades a llevar a cabo en cualquier proyecto es recopilar información.

**Búsqueda y organización de la información**

Al realizar un proyecto, recopilarán una cantidad considerable de información. Para poder estudiarla mejor, necesitan organizarla. Un criterio de organización de la información puede ser el tema. Por ejemplo, en el caso de que decidieran estudiar la presencia del plomo en la cerámica vidriada, pueden dividirlo en pequeños temas. Un tema sería ¿qué es la cerámica vidriada? Otro, ¿por qué hay plomo en la cerámica vidriada?, también pueden encontrar estadísticas de la presencia de plomo en esta cerámica en distintas localidades, y finalmente, otro tema podría ser ¿cuáles son las medidas para evitar que el plomo se libere hacia los alimentos que consumimos en este tipo de vajillas de cerámica?



Figura 2.63 Puedes elaborar resúmenes en tu cuaderno o elaborar fichas de trabajo.

**Análisis de la información**

Una vez organizada su información, deben seleccionar aquella que conteste su pregunta de investigación. Es importante siempre tenerla en mente para no desviarse del tema (figura 2.63).

Para analizar la información, una estrategia muy útil son las gráficas, tablas y esquemas. Éstos tienen la ventaja adicional de que pueden ayudarles a presentar su información a otras personas.

Una gráfica (figura 2.64, página 119) es una representación de la relación entre dos variables, por ejemplo, tiempo y concentración de plomo. Normalmente, en el eje horizontal (eje X o abscisas) se representa la variable independiente, en este caso el tiempo, y en el eje vertical (eje Y u ordenadas) se representan las variables dependientes (en este caso, la concentración de plomo). Existen varios tipos de gráficas, entre las más comunes se encuentran las de barras, de líneas o de pastel, como la de la página 106.

Una tabla de datos es un sistema para organizarlos y categorizarlos. Consta de filas (horizontales) y columnas (verticales).

Los esquemas son representaciones gráficas de algún sistema. Por ejemplo, pueden realizar un esquema del cuerpo humano muy simple, en el que se indiquen algunas de sus partes y cuáles son los principales elementos que lo forman...

Cuando organicen y analicen la información utilizando cualquiera de los tres tipos de representaciones (gráficas, tablas y esquemas, figura 2.64) es sumamente importante que pongan el título de lo que están representando y los rótulos correspondientes (por ejemplo, asignen nombre a los ejes de las gráficas, así como las unidades correspondientes, o rotulen las partes importantes de un esquema). Esto ayudará a otras personas a comprender la información recopilada en gráficas, tablas y esquemas. Si van a presentar la información a los demás utilizando estos recursos, utilicen colores para diferenciar la información y facilitar la lectura. Las gráficas, tablas y esquemas les ayudarán a evaluar si se cumplió su hipótesis y si encontraron información que responda su pregunta de investigación.

**Elaboración del producto**

Al igual que en el proyecto anterior, realicen un producto. La elección del producto que presentarán dependerá del tema del proyecto que realizaron. Por ejemplo, si decidieron explorar cuáles elementos se encuentran en cada parte del cuerpo, pueden hacer una maqueta del cuerpo humano en el que se señalen las diferentes composiciones de los órganos y tejidos.

**Conclusiones**

Cuando terminen de analizar la información recopilada y de elaborar su producto, revisen de qué forma se contestó su pregunta de investigación, ¿su hipótesis fue acertada? ¿qué aprendieron durante la realización del proyecto? ¿qué pueden mejorar para otras ocasiones? Con esta información elaboren sus conclusiones.

**Comunicación**

Después del trabajo de investigación, es tiempo de dar a conocer lo que hicieron a los demás. Ustedes elijan si quieren comunicar únicamente sus resultados y conclusiones o todo el proceso que siguieron para elaborar el proyecto. Recuerden que deben ser claros para que los demás comprendan lo que hicieron o la información que encontraron.

**Evaluación**

**Coevaluación**

Analiza con tu equipo el trabajo realizado por cada uno de ustedes durante este proyecto. Después, responde las preguntas.

- ¿Cómo se eligió el tema de investigación y el propósito del proyecto?, ¿qué aportó cada uno de los integrantes?
- ¿Cómo se obtuvo y analizó la información?
- ¿Cuál fue la forma de trabajar en equipo?

**Autoevaluación y reflexiones sobre mi desempeño.**

Al terminar el proyecto es importante realizar de forma *individual* una evaluación del trabajo para reflexionar sobre lo que aprendiste. Para ello, plantéate preguntas como las siguientes.

- ¿Aporté ideas valiosas para el desarrollo del proyecto?, ¿cuáles?
- ¿Realicé una planeación adecuada del proyecto?, ¿cómo lo sé?
- ¿Qué actitud tuve ante los obstáculos que se presentaron? ¿Cómo los superé?
- ¿Trabajé en equipo durante el desarrollo de este proyecto?
- ¿Cómo puedo mejorar?

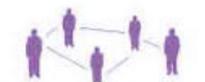
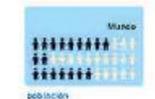


Figura 2.64 Una gráfica no tiene que ser rígida. Emplea tu creatividad para presentar la información de manera atractiva y clara.



## Ponte a prueba

### Analiza y responde. Agua de la azotea

#### El agua de lluvia se puede aprovechar

El agua de lluvia se puede beber: así lo asegura el empresario responsable de un negocio que se dedica a potabilizar el agua de lluvia.

En un local comercial de la Colonia Roma en la Ciudad de México, el empresario construyó un jardín en la azotea para captar la lluvia y filtrarla a través de diversos aparatos que la potabilizan y purifican. "Siempre fresca, nunca transportada ni almacenada, llega a ti sin huella de carbón, por eso la llamamos 'el agua local'. Con el estándar de purificación más alto del mercado, pasa por un proceso de triple filtración, evaporación y condensación que la hace 100% pura", dice la publicidad de la empresa.

El agua de lluvia se envasa en botellas de vidrio de 600 ml que se venden a 40 pesos cada una. Además de purificada, al agua embotellada se le adicionan hojas de albahaca, yerbabuena o romero —sembradas en el mismo jardín— para aromatizarla.

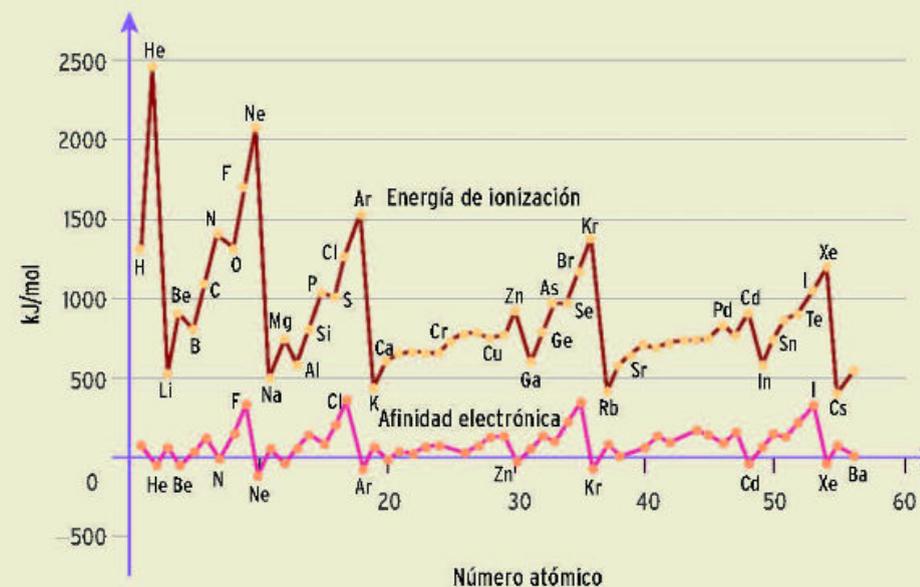
En esta empresa se encuentra la planta potabilizadora. "Después de purificada, la remineralizamos y la ionizamos al reposarla en un tanque con piedras de río" para incrementar "sus propiedades alcalinas y su capacidad hidratante y antioxidante", explicó el empresario.

Fuente: [www.edutics.mx/o/UQ](http://www.edutics.mx/o/UQ)  
(consulta: 21 de enero de 2019).



- Elige las mezclas diferentes a las que se mencionan en la nota periodística:
  - Agua de lluvia
  - Agua purificada
  - Agua aromatizada
  - Agua remineralizada e ionizada
- El proceso descrito en la nota periodística es un ejemplo de:
  - Reutilización, porque se le da un segundo uso al agua de lluvia.
  - Reciclaje, porque se emplean piedras de río para remineralizar el agua.
  - Reducción, porque se disminuye el consumo de agua potable en la ciudad.
  - Rechazo, porque se favorece que se deje de comprar agua embotellada.
- Dadas las propiedades del agua de lluvia purificada que vende la empresa Casa del Agua, ¿cuáles de las siguientes especies químicas deberían estar presentes en una muestra?
  - iones hidronio e hidróxido ( $H^+$ ,  $OH^-$ )
  - Cationes y aniones metales y no metales ( $Na^+$ ,  $Cl^-$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $SO_4^{2-}$ )
  - Ácido ascórbico o vitamina C, retinol o vitamina A (antioxidantes)
  - Dióxido de carbono ( $CO_2$ ) y carbonatos ( $CO_3^{2-}$ )

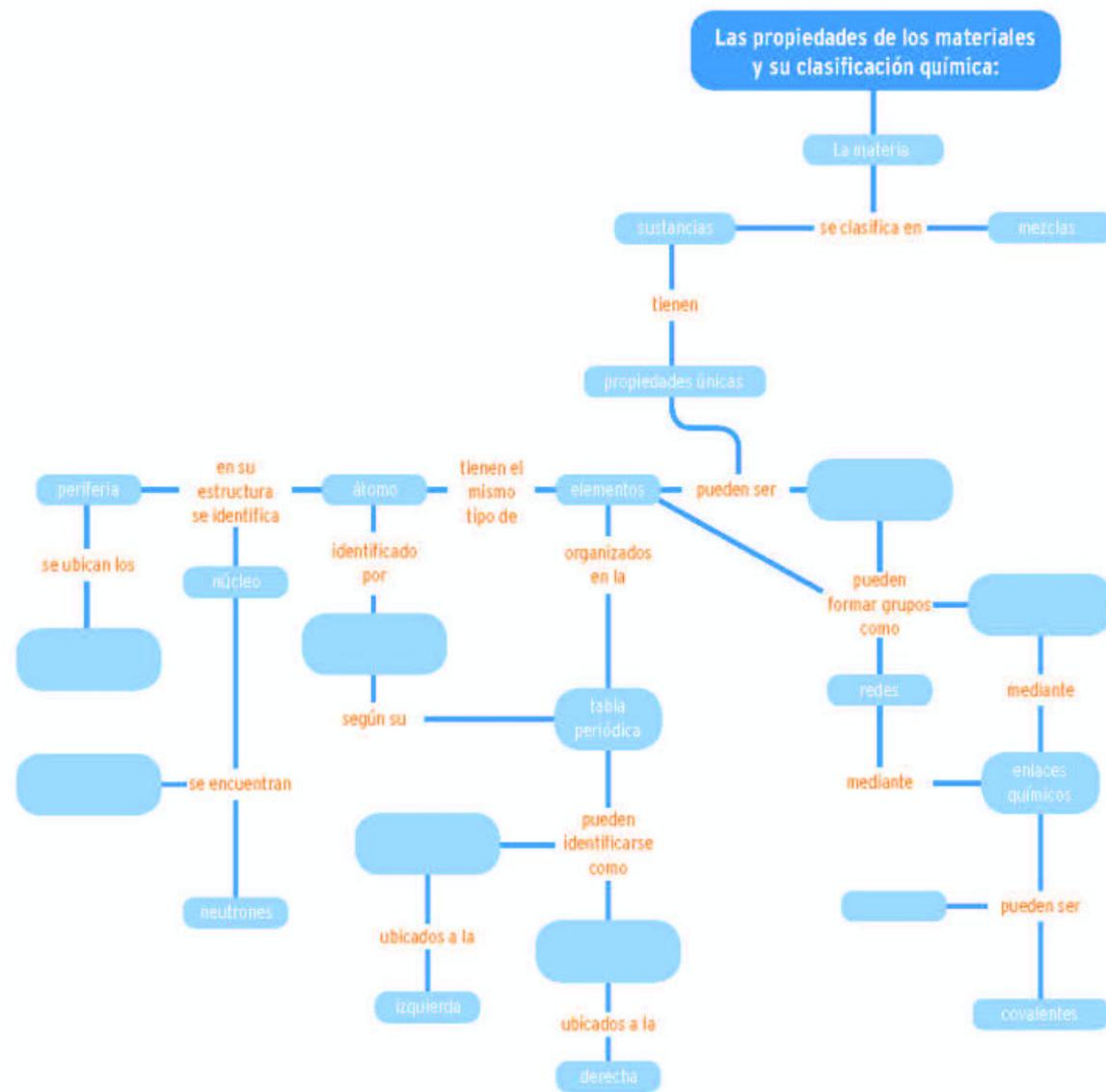
### Analiza y responde. Una y otra y otra vez...



Una vez que la idea de la periodicidad de los elementos propuesta por Mendeleiev fue aceptada por la comunidad científica, varios químicos se dieron a la tarea de examinar las propiedades de los elementos en busca de patrones que apoyaran la idea. En la figura se muestra la energía de ionización (la energía que se necesita para quitarle un electrón al átomo de un elemento en estado gaseoso) y la afinidad electrónica (la energía liberada cuando un electrón se adiciona al átomo de un elemento en estado neutro) de varios elementos, graficadas contra el número atómico.

- ¿Qué característica de la gráfica apoya la idea de la periodicidad de las propiedades de los elementos?
  - Las crestas o picos que se repiten cada cierto número de elementos para ambas propiedades al aumentar el número atómico.
  - La menor magnitud de la afinidad electrónica (<500 kJ/mol) con respecto a la energía de ionización (500-2,500 kJ/mol).
  - El que la afinidad electrónica de muchos elementos esté cerca de una energía de 0 kJ/mol.
  - El que las crestas o picos de la energía de ionización vayan haciéndose más pequeños conforme aumenta el número atómico.
- A partir de la gráfica, podemos decir que...
  - la energía de ionización y la afinidad electrónica de un mismo elemento son directamente proporcionales.
  - la energía de ionización y la afinidad electrónica de un mismo elemento son inversamente proporcionales.
  - la energía de ionización y la afinidad electrónica de un mismo elemento no guardan relación entre sí.
  - no es posible discernir un patrón entre la energía de ionización y la afinidad electrónica de un mismo elemento.

# Mapa conceptual



1. Completa el mapa con las opciones: electrones, número atómico, no metales, protones, iónicos, metales, compuestos, moléculas.
2. Incluye en el mapa los siguientes conceptos: "conductividad eléctrica", "aislante", "ductilidad".
3. Relaciona el término "protones" y "número atómico" con el conector apropiado.
4. Establece en el mapa una distinción entre "electrones de valencia" y "electrones interiores".



## Ahora sé

### Autoevaluación

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

Aprendizaje esperado	¿Logré el aprendizaje?		¿Cómo puedo mejorar?
	Sí	No	
Clasifico materiales en mezclas, compuestos y elementos, y los represento con el modelo corpuscular.			
Identifico los electrones de valencia en un enlace químico, y represento iones, átomos y moléculas mediante los modelos de Bohr y Lewis.			
Identifico las propiedades y las aplicaciones de los metales con el fin de tomar decisiones para promover su rechazo, reducción, reúso y reciclado.			
Identifico las características de los trabajos de Cannizzaro y Mendeleiev, y argumento la importancia de la comunicación de ideas y de los productos de la ciencia.			
Identifico que los elementos se caracterizan por el número de protones, analizo la información de la tabla periódica y la abundancia de los elementos en los seres vivos.			
Identifico las propiedades de los materiales que dependen de su tipo de enlace químico.			

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

### Coevaluación

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

Nombre de mi compañero \_\_\_\_\_

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

# La transformación de los materiales: la reacción química

## Competencias que se favorecen

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

## Aprendizajes esperados

- Describe algunas manifestaciones de cambios químicos sencillos (efervescencia, emisión de luz o calor, precipitación, cambio de color).
- Identifica las propiedades de los reactivos y los productos en una reacción química.
- Representa el cambio químico mediante una ecuación e interpreta la información que contiene.
- Verifica la correcta expresión de ecuaciones químicas sencillas con base en la ley de conservación de la masa.
- Identifica que en una reacción química se absorbe o se desprende energía en forma de calor.

- Identifica que la cantidad de energía se mide en calorías y compara el aporte calórico de los alimentos que ingiere.
- Relaciona la cantidad de energía que una persona requiere, de acuerdo con las características tanto personales (sexo, actividad física, edad y eficiencia de su organismo, entre otras) como ambientales, con el fin de tomar decisiones encaminadas a una dieta correcta.

- Explica la importancia del trabajo de Lewis al proponer que en el enlace químico los átomos adquieren una estructura estable.
- Argumenta los aportes realizados por Pauling en el análisis y la sistematización de sus resultados al proponer la tabla de electronegatividad.
- Representa la formación de compuestos en una reacción química sencilla, a partir de la estructura de Lewis, e identifica el tipo de enlace con base en su electronegatividad.

- Compara la escala astronómica y la microscópica considerando la escala humana como punto de referencia.
- Relaciona la masa de las sustancias con el mol para determinar la cantidad de sustancia.

- Selecciona hechos y conocimientos para planear la explicación de fenómenos químicos que respondan a interrogantes o resolver situaciones problemáticas referentes a la transformación de los materiales.
- Sistematiza la información de su investigación con el fin de que elabore conclusiones, a partir de gráficas, experimentos y modelos.
- Comunica los resultados de su proyecto de diversas maneras utilizando el lenguaje químico, y propone alternativas de solución a los problemas planteados.
- Evalúa procesos y productos de su proyecto, y considera la efectividad y el costo de los procesos químicos investigados.

## Temas transversales

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

## Contenidos

### Identificación de cambios químicos y el lenguaje de la química

- Manifestaciones y representación de reacciones químicas (ecuación química).

### ¿Qué me conviene comer?

- La caloría como unidad de medida de la energía.
- Toma de decisiones relacionada con:
  - Los alimentos y su aporte calórico.

### Tercera revolución de la química

- Tras la pista de la estructura de los materiales: aportaciones de Lewis y Pauling.
- Uso de la tabla de electronegatividad.

### Comparación y representación de escalas de medida

- Escalas y representación.
- Unidad de medida: mol.

### PROYECTO 3 Ahora tú explora, experimenta y actúa. Integración y aplicación

- ¿Cómo elaborar jabones?
- ¿De dónde obtiene la energía el cuerpo humano?



Manifestaciones y representación de reacciones químicas (ecuación química)

Aprendizajes esperados

- Describe algunas manifestaciones de cambios químicos sencillos (efervescencia, emisión de luz o calor; precipitación, cambio de color).
- Identifica las propiedades de los reactivos y los productos en una reacción química.
- Representa el cambio químico mediante una ecuación e interpreta la información que contiene.
- Verifica la correcta expresión de ecuaciones químicas sencillas con base en la Ley de conservación de la masa.
- Identifica que en una reacción química se absorbe o se desprende energía en forma de calor.

Todos los días las cosas a tu alrededor cambian; en tu curso de Biología aprendiste que los cambios asociados a crecer, reproducirse y alimentarse te ayudan a distinguir entre los seres vivos y los materiales sin vida. Por otra parte, en tu curso de Física aprendiste que pueden cambiar los estados de agregación de los materiales. Ahora, estudiaremos las transformaciones de unos materiales en otros mediante reacciones químicas y podrás identificar dichas transformaciones en algunos casos, ya que la apariencia de los materiales se modifica.



Actividad de inicio

Observa y reflexiona: ¿Distingues un cambio químico de un cambio físico?

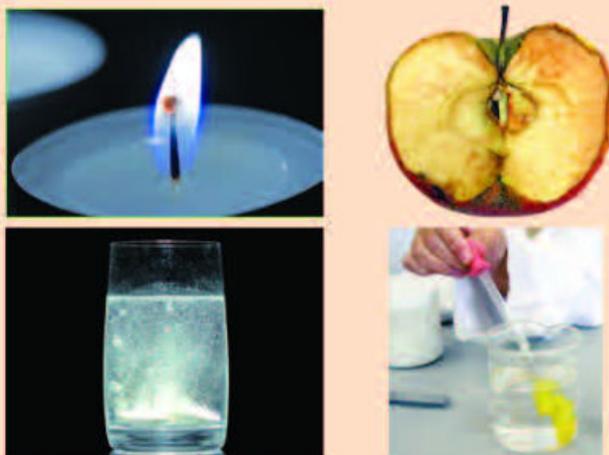


Figura 3.1 Cambios en la materia.

1. Observa la figura 3.1, ¿qué tienen en común las imágenes?
2. ¿Alguna de las imágenes anteriores involucra cambios físicos?, ¿en qué imágenes se muestran cambios químicos?, ¿cómo lo sabes?
3. ¿Por qué algunas frutas, como las peras o las manzanas, cambian de color si después de partirlas las dejamos en contacto con el aire?
4. En época de frío muchas familias usan anafres donde queman leña para calentarse. ¿Por qué es peligroso dejar un anafre encendido toda la noche en una habitación cerrada?
5. ¿Por qué es tan fácil apagar una vela y tan difícil apagar un incendio en un bosque?

El cambio químico

En la naturaleza ocurren millones de cambios cada segundo; las sustancias cambian ante nuestra mirada o sin que nos demos cuenta. Los cambios que ocurren en las sustancias pueden ser físicos o químicos; físicos, como cuando el agua se evapora, mientras que en otros casos, como cuando se oxida un metal, se trata de un cambio químico. La diferencia principal entre ambos es que cuando se trata de un *cambio físico*, la sustancia es la misma antes y después del cambio. Por ejemplo, en el caso del agua, sólo cambia el estado de agregación de líquido a vapor y, por tanto, su arreglo molecular.

El cambio químico ocurre, por ejemplo, cuando una ventana de metales con hierro se transforma en óxido de hierro ( $Fe_2O_3$ ) por el resultado de la reacción del hierro (Fe) con el oxígeno ( $O_2$ ) del ambiente.

Por ejemplo el agua, cuando está en estado gaseoso se puede condensar y regresar al estado líquido, pero en el caso del óxido de hierro, aunque lo calentemos, enfriemos o trituramos, no conseguiremos que regrese al hierro original (figura 3.2).

Algunas de las propiedades de los materiales que podemos medir las mencionamos en el bloque 1, entre ellas la masa, el volumen, la densidad y la viscosidad. Otras propiedades más difíciles de medir, pero que permiten identificar un material, son el olor, el sabor y el color, aunque éste puede variar dependiendo de la luz que ilumina a un objeto, como en el caso de los billetes (figura 3.3). El cambio en estas propiedades puede sugerir un cambio físico o químico.

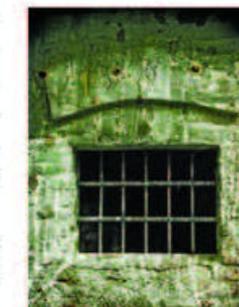
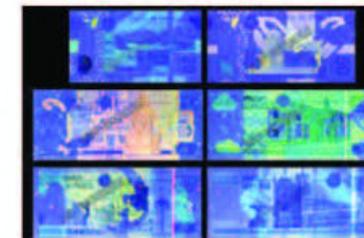


Figura 3.2 El hierro, en contacto con el oxígeno del aire, se oxida.

Figura 3.3 Algunos billetes tienen propiedades que sólo se pueden ver al iluminarse con luz ultravioleta. Esto indica que el cambio de color no siempre se debe a un cambio químico.

En un cambio químico unas sustancias se transforman en otras, lo que se reconoce por el cambio en las *propiedades de los materiales*. Aquellas sustancias que se transforman se llaman *reactivos* (como el hierro de la ventana y el oxígeno) y las que resultan, *productos* (como el óxido de hierro). De manera general, un cambio químico se representa de la siguiente forma:



Por ejemplo, en el caso de la oxidación del hierro



Durante un cambio químico se rompen los enlaces entre los átomos de los reactivos y, ¡muy importante!, se forman enlaces nuevos, diferentes a los enlaces que existían previamente (figura 3.4). Recordarás que en bloques anteriores estudiaste que las propiedades de cualquier material se deben al tipo de átomos que contiene y al tipo de enlace que hay entre estos átomos. La esencia de lo que llamamos *cambio químico* es la transformación de unos materiales con determinadas propiedades, en otros materiales totalmente diferentes y, por tanto, con propiedades diferentes. En los cambios físicos no se forman enlaces diferentes y por tanto las moléculas son las mismas antes y después del cambio.

Te invito a...

conocer la importancia de los cambios químicos en el amor leyendo a Mandilla, Josefina, "La química del amor", en *¿Cómo ves?* núm. 101, abril de 2007. Disponible en [www.edutics.com.mx/4j5](http://www.edutics.com.mx/4j5) (Consulta: 23 de enero de 2019).



Figura 3.4 Estas piezas representan átomos que, al unirse para formar una figura, ejemplifican un cambio químico.



Figura 3.5 Artesanía en vidrio.

Para saber si ocurrió un cambio químico, debemos preguntarnos si se formaron nuevos enlaces. Por ejemplo, cuando se nos cae un objeto de vidrio y se rompe, sigue siendo de vidrio aunque ahora se encuentre en pedazos más pequeños. Por tanto sabemos que se trata de un cambio físico. Muchos artesanos mexicanos transforman piezas de vidrio en objetos de gran belleza (figura 3.5). La obtención de vidrio, por otra parte, es un proceso químico: se parte de arena, cal y carbonato de sodio. También se requiere de una temperatura muy alta, lo que se consigue quemando combustibles ricos en carbono que al reaccionar con el oxígeno forman nuevas sustancias, como el  $\text{CO}_2$ .

### Actividad

#### Analiza y compara: ¿Es cambio físico o cambio químico?

1. Lee y analiza con un compañero los siguientes textos.

**Texto 1.** La madera y el papel están formados por celulosa, un material constituido por la unión en cadenas de millones de moléculas de glucosa ( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ). Cuando la madera se quema, se rompen los enlaces de las moléculas de glucosa y se forman nuevos enlaces entre los átomos del oxígeno y los átomos de carbono (C) e hidrógeno (H). Como resultado de estos nuevos enlaces se obtiene agua ( $\text{H}_2\text{O}$ ) y dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ). Además se libera energía en forma de luz y calor.

**Texto 2.** Para los seres vivos, un proceso químico de gran importancia es la respiración, algo tan natural para nosotros que olvidamos que se trata de una reacción en la que participan el oxígeno ( $\text{O}_2$ ) que tomamos del aire y la glucosa ( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ) que obtuvimos de los alimentos por medio de la digestión. Es así que mediante transformaciones químicas obtenemos la energía almacenada en la glucosa para mantenernos con vida y realizar nuestras actividades, como lo viste en tu curso de Ciencias I. Como resultado, se obtiene  $\text{CO}_2$  y agua ( $\text{H}_2\text{O}$ ) y se libera energía.

- Elaboren una tabla en la que muestren las diferencias y similitudes que hay entre los cambios químicos ocurridos durante la respiración en nuestro cuerpo, y el proceso en que se quema la celulosa.
- Un estudiante opina que romper una hoja de papel o un trozo de madera es un ejemplo de cambio químico porque se rompe la celulosa y, por tanto, se rompen las uniones entre las moléculas de la glucosa. ¿Ustedes qué opinan? ¿Se trata de un cambio físico o de un cambio químico? ¿Por qué? ¿Se forman nuevos materiales? ¿Se obtiene glucosa?

Discutan y expliquen sus respuestas y coméntenlas con su maestro.

Habrás notado que una vez que determinamos que un cambio es físico, no hablamos de reactivos ni de productos, ya que estos términos sólo tienen sentido si durante un cambio se forman diferentes sustancias.

### ¿Sabes?

Cuando preparamos palomitas de maíz, podríamos pensar que hay un cambio químico debido a que cambia el color y la consistencia, pero en realidad se trata de un cambio físico porque el agua líquida contenida en la semilla se convierte en vapor y hace que la semilla "explote".

Como no podemos ver los enlaces que se rompen y que se forman y tampoco podemos ver si las moléculas son diferentes, ¿cómo sabemos si ha ocurrido un cambio químico? La respuesta está en que cuando ocurre un cambio químico, también se presentan fenómenos que sí podemos observar con relativa facilidad, y que indican un cambio en las propiedades.

### Manifestaciones del cambio químico

La ruptura y la formación de enlaces muchas veces se manifiestan con la emisión de energía en forma de luz o de calor, como suele suceder cuando un material se quema (como la celulosa, en el ejemplo anterior). Otras maneras de identificar cambios químicos son manifestaciones como la precipitación de sólidos, la efervescencia o el cambio de color.

#### Precipitación

Cuando se mezclan sustancias líquidas, a veces éstas reaccionan entre sí y se produce un nuevo compuesto que no es soluble en la mezcla y que se encuentra en forma sólida. A este fenómeno, que es evidencia de que ha ocurrido un cambio químico, ya que se ha formado una sustancia diferente, se le conoce como *precipitación*. Esto sucede por ejemplo, cuando ponemos jabón en agua dura, es decir, agua que tiene una mayor concentración de iones de calcio (Ca) y magnesio (Mg) (figura 3.6). Estos iones reaccionan con el jabón, formando nuevas sustancias que al ser insolubles en agua, forman un precipitado.



Figura 3.6 La formación del precipitado hace que el agua se vea turbia.

### Experimenta: ¿Puedes identificar la precipitación como una manifestación del cambio químico?

#### Introducción

Mediante algunos experimentos sencillos podemos identificar la presencia de minerales contenidos en el agua.

#### Material

- Dos vasos de vidrio
- Una jeringa sin aguja de 5, 10 o 20 ml
- Cucharas de plástico
- Detergente en polvo
- Una botella chica de agua purificada para beber
- Un vaso con agua de la llave
- Una botella chica de agua mineral
- "Cal viva" (óxido de calcio,  $\text{CaO}$ ) que se compra en una tlapalería o casa de materiales

#### Método

Reúnete con tu equipo y bajo la supervisión del profesor hagan lo siguiente.

- Agiten cuidadosamente la botella de agua mineral para eliminar el gas que contiene. Coloquen 50 ml de agua mineral sin gas en un vaso de vidrio; usen para ello la jeringa. Agreguen una cucharada de detergente y agiten suavemente, ¿qué observan?
- En un vaso de vidrio coloquen 50 ml de agua purificada. Agreguen una cucharada de detergente y agiten suavemente. ¿Qué observan?, ¿qué diferencias hay entre usar agua purificada y agua mineral en el experimento?

- En un vaso de vidrio coloquen 50 ml de agua purificada y despacio, **usando guantes y lentes de seguridad**, agreguen una cucharada de "cal viva". ¿Qué observan? Ahora agreguen una cucharada de detergente y agiten suavemente. ¿Qué diferencias observan ahora?, ¿qué diferencias encuentran entre todos los experimentos?
- Si repiten la experiencia 2 pero usando agua de la llave en vez de agua purificada. ¿Cuál piensan que será el resultado? Escriban su hipótesis en su bitácora. Posteriormente hagan el experimento y observen. Contrasten su hipótesis con el resultado.

**Análisis de resultados y conclusiones**

- ¿Qué sustancias existían antes de llevar a cabo cada experimento?, ¿cuáles son sus propiedades (color, estado físico, etcétera)?
- ¿Cuáles son las propiedades de los materiales que resultan en cada caso?
- ¿Contiene algo el agua mineral que no contenga el agua purificada?, ¿cómo lo saben?
- ¿Se trata de cambios químicos?, ¿cómo lo saben?
- ¿Por qué se llaman reacciones de precipitación?
- Con base en sus observaciones, ¿el agua de su escuela puede considerarse como agua dura?

Compartan sus observaciones con otro equipo y con su maestro.

Las reacciones de la actividad anterior nos permiten observar el efecto de la presencia de minerales en el agua que utilizamos.

El ejemplo que te presentamos en la página inicial muestra un precipitado amarillo que es el yoduro de plomo (PbI<sub>2</sub>), un sólido insoluble en agua. El cambio químico que ocurre se representa mediante la siguiente expresión:



La representación anterior se conoce como *ecuación química*, y en ella se presentan por ejemplo, las sustancias que hay antes de la reacción y las que se forman después, así como algunas características de las mismas.

**Efervescencia**

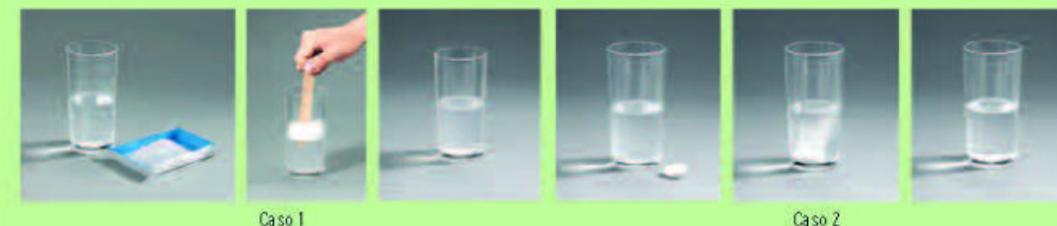
Cuando colocamos una tableta efervescente en agua notamos que espontáneamente se forman burbujas y el material de la tableta se disuelve. Las burbujas se deben a que se forma un gas, sin que haya propiamente una ebullición del líquido. Se llama *efervescencia* a este fenómeno en el que se producen pequeñas burbujas de gas como consecuencia de un cambio químico.



**Actividad**

**Analiza y concluye:** ¿Puedes identificar la efervescencia como una manifestación del cambio químico?

Observa la figura 3.7 y resuelve.



**Figura 3.7** Ejemplos de cambio.

- ¿En cuál de los casos identificas el cambio químico?, ¿qué elementos tomaste en cuenta para decidir?
- En el otro caso se representa un cambio físico. ¿Cómo puedes identificarlo?
- Como puedes ver, la formación de burbujas no siempre es una manifestación de cambio químico, ¿cuál es la diferencia?
- Comparte con algunos compañeros tus respuestas y llena la tabla 3.1.

**Tabla 3.1** Materiales antes y después de cambios físicos y químicos

	Caso 1	Caso 2
Materiales antes del cambio		
Materiales después del cambio		

- ¿En cuál de los casos consideran que los materiales del inicio son diferentes que los del final del proceso?
- Con base en sus respuestas, ¿cuál de los dos casos representa un cambio químico?

Compartan sus respuestas con otros equipos y entre todos escriban una conclusión en el pizarrón.

Para distinguir entre efervescencia y la formación de burbujas en la solución de jabón, nota que al reaccionar la pastilla se desprende un gas y no tienes que agitar la solución, mientras que la formación de burbujas de jabón requiere que apliques algún tipo de movimiento que ayude a incorporar el aire dentro de las burbujas. En la actividad anterior viste que la formación de un gas que antes no existía nos indica que ha ocurrido un cambio químico (figura 3.8).

**Cambio de color**

Cuando las frutas como la manzana o la naranja maduran, *cambian de color* y de sabor. Este cambio de propiedades, como textura, sabor y color nos indica la presencia de distintas sustancias antes y después. También en la formación del precipitado amarillo que observaste al inicio de la secuencia, el cambio de color es una evidencia de que ha ocurrido una reacción química, pues antes del cambio no había indicios de este color.



**Figura 3.8** Si agregas jugo de limón al bicarbonato observarás la formación de burbujas de CO<sub>2</sub>.



**Figura 3.9** Todos los cambios químicos van acompañados de cambios de energía. Desde hace miles de años el ser humano ha aprovechado la energía en forma de calor y luz que se produce en las reacciones durante la combustión.



**Figura 3.10** Las luciérnagas tienen un mecanismo para producir luz mediante una reacción química. Varias reacciones químicas, como en este ejemplo, liberan energía en forma de luz sin desprender calor.



**Figura 3.11** Para apagar la vela sólo necesitamos soplar porque así bajamos la temperatura fácilmente y quitamos el  $O_2$  que es necesario para que haya combustión. En un bosque, ¿cómo crees que se puede hacer descender la temperatura en áreas grandes y evitar el contacto de  $O_2$  con la madera? ¿Qué papel juega el oxígeno en la combustión?

A pesar de que se presenten cambios, siempre debemos ser cuidadosos al obtener conclusiones a partir de nuestras observaciones. Así como podemos confundir las burbujas producto de una reacción química con las burbujas debido sólo al escape de un gas, como cuando abrimos un refresco, también podemos equivocarnos al clasificar un cambio de color. Por ejemplo, como viste en la figura 3.2, el cambio de color en algunas partes de un billete sólo se debe a un cambio de la luz que lo ilumina. En este caso no hay cambio químico puesto que se trata del mismo objeto, con o sin luz. De igual manera, si mezclas salsa *cátsup* y mayonesa obtendrás una salsa color naranja pero no habrá ocurrido ninguna reacción química, puesto que el color que se obtiene es una mezcla intermedia de los colores rojo y amarillo.

### Emisión de energía en forma de luz o calor

Sin duda, uno de los cambios químicos que han estado presentes de manera significativa en el desarrollo de la humanidad es el asociado al fuego, ya que posiblemente fue la primera fuente de energía luminosa y calorífica aprovechada de manera consciente por los seres humanos (figura 3.9).

Se cree que por efecto de los rayos que provocaron incendios de árboles, el ser humano conoció el fuego y su gran poder transformador; poco a poco aprendió del peligro que representaba, pero también a aprovechar sus ventajas para iluminar cuevas o para cocer sus alimentos. Aunque el ser humano aprendió a manejarlo, en un principio no sabía cómo producirlo; por esta razón era común que se conservara dentro de edificaciones, donde en todo momento se cuidaba que la llama no se extinguiera.

Los primeros seres humanos conocían las propiedades del fuego al transformar la carne, fundir metales y hacer cerámica. Sabían que siempre que había fuego había luz y calor (a los cambios químicos en los que se quema por ejemplo, madera, papel o gasolina los llamamos reacciones de combustión). Hay otros casos sin embargo, en que la luz producida no va acompañada de liberación de calor (figura 3.10).

Actualmente sabemos que esta generación de energía se debe a una de las características esenciales de un cambio químico: la ruptura de enlaces en los reactivos y la formación de nuevos enlaces en los productos.

Como viste en la secuencia 11, un enlace químico es posible porque energéticamente es estable y debido a esto, es que para romperlo se requiere energía. Por otro lado, para la formación de un enlace es necesario que se libere energía y se logre la estabilidad del mismo. Si la energía liberada por la formación de nuevos enlaces en los productos es mayor que la que se necesitó para romper los enlaces de los reactivos, el resultado neto es una liberación de energía y este tipo de reacciones se llaman *exotérmicas* (del griego *exos* que significa fuera, y *termos*, calor). Podemos concluir así que las reacciones de combustión son exotérmicas (figura 3.11). Es tan común que la energía asociada con un cambio se manifieste en forma de calor que incluso una rama de la química, llamada termoquímica, estudia la relación entre el calor absorbido y liberado en un determinado cambio.

Hay otros cambios químicos en los que se utiliza más energía para romper los enlaces originales que la obtenida al formarse los nuevos enlaces; en este caso, el resultado neto es una absorción de energía en forma de calor y la reacción es *endotérmica* (del griego *endos*, dentro). Por ejemplo, la obtención de hierro metálico a partir de su óxido requiere mucha energía para llevarse a cabo.

### Experimenta: ¿Puedes identificar el desprendimiento o la absorción de energía como una manifestación del cambio químico?

#### Introducción

Para observar los cambios de energía asociados con las reacciones químicas de manera experimental debemos ser cuidadosos ya que, especialmente en las reacciones exotérmicas, las cantidades de energía liberadas pueden poner en riesgo nuestra integridad física. En esta actividad te proponemos algunas experiencias sencillas y seguras que deberás realizar con tu profesor.

#### Material

- Tres cucharadas cafeteras de bicarbonato de sodio
- Un limón partido por la mitad

#### Método

Reúnanse en sus equipos. Coloquen media cucharada cafetera de bicarbonato de sodio en la palma de su mano y agreguen unas gotas de limón. ¿Perciben algún cambio? ¿La sensación después de agregar el limón es de frío o de calor? ¿Está ocurriendo un cambio químico?, ¿cómo se manifiesta?

1. ¿Se absorbió o se desprendió energía?, ¿cómo lo saben?
2. ¿Qué esperarían que sucediera si repitieran el experimento con jugo de naranja?

#### Experimentos optativos

1. Si cuentan con un *termómetro digital*, un cronómetro y un vaso térmico, como el que se usa para tomar café, pueden hacer el experimento para identificar si se absorbe o libera energía, midiendo tanto la temperatura como el tiempo, para ello realicen lo siguiente.
  - a) Coloquen 50 ml (un poco más de tres cucharadas soperas) de jugo de algún fruto cítrico como la naranja, el limón o la toronja en un vaso térmico e introduzcan el termómetro procurando sostenerlo de manera que no toque las paredes del vaso. Después de un minuto, tomen la temperatura y registrenla en su bitácora.
  - b) Agreguen una cucharadita de bicarbonato de sodio al jugo y accionen el cronómetro en ese momento.
  - c) Tomen la temperatura cada 10 segundos durante tres minutos y anoten los resultados en su bitácora.
  - d) Elaboren una gráfica en la que coloquen en el eje horizontal una escala para el tiempo en segundos y en el eje vertical una escala para la temperatura. Dibujen en esa gráfica los

#### Te invito a...

Leer el libro de Fernández Bayo, Ignacio y Antonio Calvo Roy, *iEnchúfate a la energía*, México, SEI-Ediciones S.A., 2003 (Libros del Rincón).

**Te invito a...**

Leer el libro de Asimov, Isaac, *El río viviente*, México, Limusa, 1967 (Colección el mundo nuevo), en el que podrás conocer de manera amena la historia evolutiva del torrente sanguíneo.

resultados que obtuvieron. ¿Qué forma tiene esta gráfica? ¿Cómo relacionan la forma de la gráfica con el carácter endotérmico o exotérmico del cambio químico?

2. Otro experimento que pueden realizar requiere preparar una solución acuosa de sulfato de cobre (CuSO<sub>4</sub>), disolviendo un gramo de esta sustancia en 100 ml de agua y agregando posteriormente un poco de polvo de zinc metálico. Ambas sustancias puedes comprarlas en una tlapalería; puedes sustituir el polvo metálico por unos clavos pequeños de este material o alambre galvanizado cortado en pedacitos. ¿Qué observan?

**Análisis de resultados y conclusiones**

1. ¿Qué significan los cambios de temperatura que detectase en los experimentos?

En grupo, comenten sus respuestas y lleguen a una conclusión.



**¿Sabes?**

¿Cómo se calienta la sangre de nuestro cuerpo?

Igual que todos los mamíferos, los seres humanos somos animales de sangre caliente. Pero, ¿cómo ocurre esto? Una forma es gracias a las reacciones exotérmicas que ocurren en el hígado. Así, la actividad metabólica de este órgano aumenta su propia temperatura de tal forma que si no se regula, al ser enfriado por la sangre, las células que lo componen morirían.

Como habrás notado, un cambio químico puede manifestarse de varias formas, entre las que están la precipitación, la efervescencia, el cambio de color y la emisión de luz y calor. No siempre es posible afirmar que estas manifestaciones en procesos naturales implican un cambio químico. Para identificarlas como tales, es necesario observar las propiedades de lo que hay antes y de lo que hay después del cambio. Una vez que tienes la certeza de que las sustancias que hay después del cambio son diferentes de las del inicio, puedes afirmar que ocurrió un cambio químico.

**Cambios químicos en los seres vivos**

¿Alguna vez te has puesto a pensar en todo lo que ocurre en tu cuerpo y gracias a lo cual te mantienes con vida? En nuestro organismo todo el tiempo suceden miles de cambios químicos. Un ejemplo de las reacciones químicas que ocurren en nuestro cuerpo es la digestión. Ésta se inicia en nuestra boca por medio de sustancias que están presentes en la saliva, estas sustancias químicas, llamadas **enzimas**, permiten que se lleven a cabo reacciones en las que se obtienen sustancias aprovechables por el organismo.

Otro proceso químico semejante a la combustión es la respiración; durante este proceso los nutrientes, como por ejemplo la glucosa, son transformados en sustancias como dióxido de carbono y agua. Aunque es difícil notar estos cambios, es posible reconocerlos si notamos que nuestra temperatura es de 36.5 °C, superior casi siempre a la del ambiente.

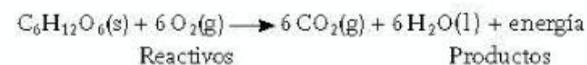
**Reacción química**

Como ya mencionamos, como resultado de un cambio químico los enlaces entre algunos átomos se han roto, mientras que se han formado nuevos enlaces. Al proceso en el cual tienen lugar estas recombinaciones atómicas se le llama **reacción química**. Este proceso no es instantáneo, ocurre conforme pasa el tiempo, desde el momento en que los materiales llamados **reactivos** comienzan a transformarse, hasta convertirse en otros materiales, los **productos**. Algunas reacciones son muy rápidas (ocurren en menos de un segundo) mientras que otras toman mucho tiempo.

**enzima.** Proteína que favorece o acelera específicamente cada una de las reacciones químicas que ocurren en nuestro organismo.

**Ecuación química**

Una reacción química es un proceso complejo de ruptura y formación de enlaces, pero los químicos han ideado una manera simple de representarla, utilizando símbolos químicos y algunos otros signos. A esta representación se le conoce como **ecuación química**, por ejemplo la combustión de la glucosa se puede representar como (figura 3.12):



En una ecuación química, por convención, escribimos a la izquierda los reactivos y a la derecha los productos. En este caso hemos agregado unos paréntesis con las letras “s, l, g”, para indicar si la sustancia se encuentra en estado sólido, líquido o gaseoso respectivamente. La flecha indica que los reactivos se transforman en productos y, como también se produce energía por tratarse de una reacción **exotérmica**, la escribimos del lado derecho.

El objetivo de escribir una ecuación química es tener la mayor información posible acerca de cómo está ocurriendo la reacción química, de una manera fácil de manejar, y que nos permite establecer una relación clara entre los reactivos y los productos. Las ecuaciones químicas y la estequiometría pueden interpretarse en dos niveles diferentes:

- **Microscópica:** la ecuación representa cómo estaban unidos los átomos antes de la reacción química y cómo están después, esto es, indica los enlaces que se rompieron y los que se formaron, y hace evidente la diferencia entre reactivos y productos.
- **Macroscópica:** la ecuación representa la reacción como se lleva a cabo en la realidad, es decir, con la ruptura y formación de miles de millones de enlaces. Una sola gota de agua contiene millones de moléculas de agua (aproximadamente  $1.67 \times 10^{23}$ ). Más adelante recordaremos el significado de los números escritos en notación científica que ya estudiaste en tus cursos de Ciencias.



**Figura 3.12** Al oxidarse la glucosa se desprende mucha energía. En los organismos como el ser humano, esta reacción se da en varios pasos intermedios en vez de uno solo, para aprovechar mejor la energía. Estos pasos se comprenden mejor al representarlos con ecuaciones químicas.

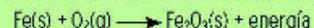
**Actividad**

**Analiza y compara: ¿Qué información te da una ecuación química?**

Como ya mencionamos al inicio de esta secuencia, una de las reacciones químicas que más observamos es la oxidación de los metales, ya sea en las ventanas de nuestro hogar o en las grandes construcciones. Esta reacción la podemos describir de la siguiente manera.

Un ejemplo de corrosión es la reacción entre el oxígeno gaseoso del aire, cuya molécula es diatómica, con el hierro, que es un sólido; lo que se produce es el óxido de hierro, un compuesto sólido que consta de dos átomos de hierro y tres átomos de oxígeno; además se libera un poco de energía en forma de calor.

Todo esto lo puedes expresar fácilmente con una ecuación que contiene toda la información:



1. Ahora es tu turno. Representa con una ecuación química la siguiente descripción.

Una reacción en la que se forma un precipitado es la que ocurre cuando se mezcla un compuesto soluble en agua como el cloruro de calcio (un compuesto cuya molécula tiene un átomo de calcio y dos de cloro), con otro compuesto soluble en agua que es el carbonato de sodio (un compuesto cuya molécula tiene dos átomos de sodio, uno de carbono y tres de oxígeno); lo que se produce es un compuesto sólido insoluble en agua, el carbonato de calcio (cuya molécula tiene un átomo de calcio, uno de carbono y tres de oxígeno); además se obtiene otro compuesto soluble en agua que es el cloruro de sodio, cuya molécula tiene un átomo de sodio y uno de cloro.

La ecuación química descrita es \_\_\_\_\_

En esta ecuación los reactivos son \_\_\_\_\_

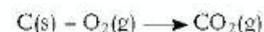
y los productos \_\_\_\_\_

2. Cuando se forma un precipitado se acostumbra poner una flecha hacia abajo ( $\downarrow$ ) junto al compuesto que precipita. ¿Dónde colocarías esta flecha en la ecuación que acabas de escribir?
3. Cuando una sustancia es soluble en agua se pone a un lado un paréntesis (ac), que significa acuoso. ¿En qué compuestos pondrías esta indicación en la ecuación que acabas de escribir?
4. ¿Por qué si esta reacción sucede en agua, la molécula de  $\text{H}_2\text{O}$  no aparece en la ecuación?

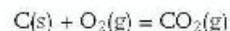
Discute y compara tus resultados con uno o dos de tus compañeros. Después lleguen a una conclusión en grupo.

### Ley de conservación de la masa

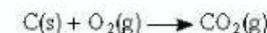
Una reacción química que ocurre millones de veces cada segundo en la naturaleza es la combustión del carbono cuando este elemento reacciona con oxígeno gaseoso para formar dióxido de carbono. Esta reacción se representa fácilmente mediante una ecuación química; recuerda, siempre escribimos los *reactivos* en el lado izquierdo y del lado derecho los *productos*. Agregamos entre paréntesis los estados de agregación:



A diferencia de una ecuación matemática, una ecuación química implica forzosamente una diferencia (se forman sustancias nuevas). Sin embargo tiene una semejanza: la masa de los reactivos (total) es igual que la de los productos (total). Teniendo en cuenta lo anterior sería incorrecto escribir:



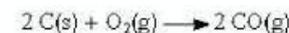
porque el  $\text{CO}_2$  es un compuesto totalmente diferente del carbono y del oxígeno. Por ello, la ecuación química utiliza una flecha para expresar este cambio, así:



y la flecha se lee como “producen”.

Una ecuación química correctamente escrita nos ahorra muchas palabras y permite que la entienda cualquier persona con conocimientos de química, independientemente del idioma que hable.

Con los mismos reactivos, en muchas ocasiones se pueden obtener diferentes productos, dependiendo de las condiciones en que se lleve a cabo la reacción; por ejemplo, en una reacción de combustión de carbono en la que haya poco oxígeno, se favorece la formación del monóxido de carbono ( $\text{CO}$ ), un gas muy tóxico:

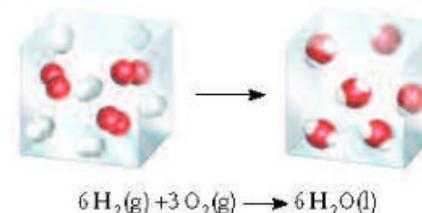


Notarás que en la ecuación anterior hay unos números antes de las sustancias, estos números se llaman *coeficientes* y permiten expresar la cantidad de unidades de sustancia que participan en la reacción química que se representa. Las dos ecuaciones anteriores representan reacciones entre carbono y oxígeno, pero cambia la proporción entre ellos (y los productos obtenidos). Decimos que la estequiometría (del griego *estequion*, que significa elemento, y *metría*, que significa medir) de esas reacciones es diferente.

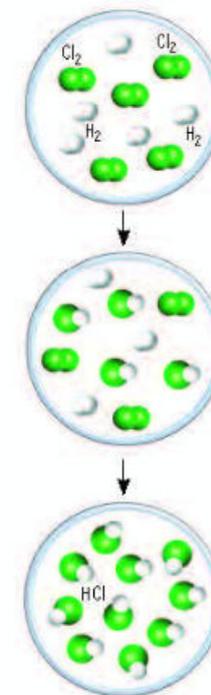
La estequiometría es un concepto muy importante en química, porque nos indica la proporción en la que se encuentran los átomos en los reactivos y productos, así como también cuántas moléculas de cada reactivo se requieren para formar determinada cantidad de moléculas de los productos. A nivel macroscópico, cuando trabajamos en el laboratorio, la estequiometría nos ayuda para saber qué cantidad de reactivo hemos de utilizar (como mínimo) y cuánto producto podemos obtener (como máximo).

Dos moléculas de hidrógeno y una de oxígeno forman dos moléculas de agua. Para que se formen los enlaces oxígeno-hidrógeno es necesario que primero se rompan los enlaces hidrógeno-hidrógeno y oxígeno-oxígeno. Algo similar ocurre en la producción del  $\text{HCl}$  (figura 3.13).

La ecuación química que representa la formación de seis moléculas de agua a partir de hidrógeno y oxígeno se escribe como se muestra en la figura 3.14.



**Figura 3.14** Formación de agua a partir de moléculas diatómicas de hidrógeno y oxígeno. A nivel microscópico se representa con el modelo corpuscular de moléculas. A nivel macroscópico, mediante la ecuación química, pues incluye el estado de agregación.



**Figura 3.13** Representación a nivel microscópico del progreso de la reacción química entre  $\text{H}_2$  y  $\text{Cl}_2$  para formar  $\text{HCl}$ . A la mitad del proceso se han roto y se han formado varios enlaces. Al final se tiene la misma cantidad de átomos que había al principio.

Ya se trate de un cambio físico o de una reacción química, puede cambiar la apariencia o el volumen de las sustancias y sin embargo, la masa se conserva siempre. Esto significa que los átomos de los elementos que participan en una reacción química son los mismos antes y después de la reacción. Por ejemplo, si revisamos la formación del agua:



Si cuentas los átomos de cada elemento, ¿son iguales antes que después? Efectivamente, lo que habrás notado es que hay menos átomos de oxígeno. Esto no es posible, pues la masa antes y después debe ser la misma, a esto se le conoce como *Ley de conservación de la masa*.

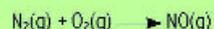
**teoría atómica.**  
Teoría que establece que toda la materia está formada por átomos.

El fundamento de esta ley se encuentra en lo que conocemos como **teoría atómica**, en donde se considera que los átomos no se crean ni se destruyen durante las reacciones químicas: en una reacción química, aunque los productos tengan propiedades totalmente distintas de las de los reactivos, la cantidad de átomos será la misma y, por tanto, no habrá ninguna variación en la masa, y los átomos sólo se reorganizan entre ellos. Esta es la esencia de la Ley de conservación de la masa.

**Actividad**

**Verifica: ¿Sabes si está balanceada una ecuación?**

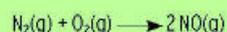
1. En equipo, observen la siguiente ecuación que no está balanceada:



y analicen el cuadro.

Ley de conservación de la masa en la reacción química		
Reactivos (No. de átomos)	Productos (No. de átomos)	Diferencia (No. de átomos)
N = 2	N = 1	N = 1
O = 2	O = 1	O = 1

- Expliquen, ¿por qué se asegura que no está "balanceada" la ecuación?
- Observen la expresión siguiente y verifiquen, llenando el cuadro, si ahora sí está "balanceada".



Ley de conservación de la masa en la reacción química		
Reactivos (No. de átomos)	Productos (No. de átomos)	Diferencia (No. de átomos)
N = _____	N = _____	N = _____
O = _____	O = _____	O = _____

4. ¿Cuál es la diferencia?

5. Discute con tus compañeros el texto.

Para balancearla se agregó un 2, que es el coeficiente estequiométrico, del lado de los productos. Se puede ver que ahora el número de átomos de cada elemento es el mismo del lado izquierdo que del lado derecho de la flecha, si se multiplican los coeficientes y los subíndices. Es muy importante notar que para balancear una reacción no se deben cambiar los subíndices que aparecen en los compuestos ya que se estaría cambiando la sustancia. En este caso, por ejemplo, sería un error escribir  $\text{N}_2\text{O}_2$  para tener el mismo número de átomos en los reactivos y en los productos.

6. ¿Qué significa balancear una ecuación?

Entre todo el grupo respondan, ¿qué relación tiene el balance de ecuaciones con la Ley de conservación de la masa?

Ahora ya sabes que una ecuación química representa lo que ocurre en una reacción química. A nivel microscópico nos da información de los átomos agrupados en moléculas que están presentes en el proceso químico, mientras que la inclusión del estado de agregación da cuenta del ambiente macroscópico del sistema reactivo. El término ecuación deriva del requisito del cumplimiento de la Ley de conservación de la masa, el cual ha de cumplirse y ser explícito en una ecuación química, para poder decir que está "balanceada".

En la actividad anterior viste que los *coeficientes estequiométricos* representan el número de moléculas que participan en la reacción química; en el caso de la molécula de nitrógeno y del oxígeno, el coeficiente es uno.

Para que la ecuación química que representa una reacción esté correctamente escrita, es esencial que cumpla con la Ley de conservación de la masa y, para ello, de cada lado de la ecuación química, es decir, en los reactivos y los productos, debe representarse el mismo número de átomos de todos los elementos que intervienen en la reacción (figura 3.15).

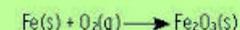


Figura 3.15 Una ecuación balanceada cumple con la Ley de conservación de la masa.

**Actividad**

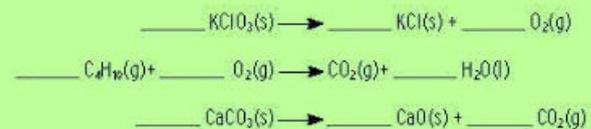
**Analiza y explica: ¿Puedes balancear una ecuación?**

1. Siguiendo el procedimiento de la actividad anterior, verifica si la siguiente ecuación, que usamos en la actividad de la página 136, está balanceada.



Ley de conservación de la masa en la reacción química		
Reactivos (No. de átomos)	Productos (No. de átomos)	Diferencia (No. de átomos)
Fe = _____	Fe = _____	Fe = _____
O = _____	O = _____	O = _____

- ¿Está balanceada?, ¿cómo lo sabes?
- Si es el caso, corrige la expresión considerando la Ley de conservación de la masa.
- Ahora considera estas ecuaciones y verifica que estén correctamente balanceadas; si consideras que no lo están, escribe los coeficientes estequiométricos necesarios:



Compara tus respuestas con las de algunos compañeros y después pidan al maestro que valide sus resultados.

### Perspectivas

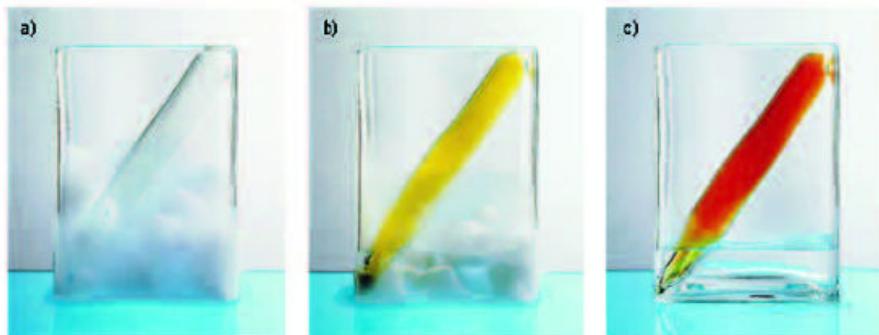
En tu curso de Biología estudiaste que el CO<sub>2</sub> y otros gases de efecto invernadero se encuentran de manera natural en el entorno; sin embargo, su incremento en la atmósfera por la quema excesiva de combustibles está generando un aumento en la temperatura mundial que provoca un cambio climático en el planeta. ¿Qué puedes hacer para evitar el cambio climático?

Hasta aquí hemos escrito todas las ecuaciones químicas con una flecha en una sola dirección (→). Sin embargo, es común que se emplee otro signo que consiste en dos flechas de sentido contrario (⇌). Esto significa que las reacciones se llevan a cabo en los dos sentidos, de reactivos a productos, pero que también los productos forman reactivos. Los productos formados en un primer momento comienzan a reaccionar entre sí para volver a formar los reactivos. A esos procesos se les denomina *reversibles*.

Un ejemplo de *reacción reversible* ocurre entre el NO<sub>2</sub> y el N<sub>2</sub>O<sub>4</sub> (figura 3.16) se representa con la siguiente ecuación:



**Figura 3.16** Cambios de color que ocurren mientras se lleva a cabo la reacción reversible entre NO<sub>2</sub> y N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>. a) Cuando la reacción ocurre de derecha a izquierda hay principalmente NO<sub>2</sub>. b) Cuando la reacción ocurre en ambos sentidos en la misma proporción hay una mezcla de los dos gases. c) Al sucederse la reacción en mayor proporción de izquierda a derecha, hay esencialmente N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>.



- a) NO<sub>2</sub> (incoloro)
- b) Mezcla de NO<sub>2</sub> y N<sub>2</sub>O<sub>4</sub> (color amarillo)
- c) N<sub>2</sub>O<sub>4</sub> (color ámbar)

Recuerda que en las ecuaciones químicas las fórmulas representan átomos o moléculas pero también la proporción en la que reaccionan, ya que en realidad, cuando se lleva a cabo una reacción química intervienen cantidades muy grandes de átomos o moléculas.

### Actividad

#### Reflexiona: ¿Cómo se puede disminuir el uso de combustibles fósiles?

De los derivados del petróleo se obtienen combustibles altamente energéticos, es decir, que liberan mucha energía al quemarse. En nuestro país se queman millones de litros diarios de gasolina y otros combustibles: en el transporte de pasajeros urbano y rural; el transporte de productos de importación y exportación; y, hasta los barcos y los aviones requieren combustibles derivados del petróleo. La producción de energía eléctrica se lleva a cabo en termoeléctricas, donde se aprovecha la energía de las reacciones de combustión. ¿Cuál es el problema de que en nuestro país se queman millones de litros diarios de combustible?, ¿qué efectos causa el CO<sub>2</sub> al ambiente?

¿Cómo se puede disminuir el uso de este tipo de combustibles? ¿Qué otras fuentes de energía propones para disminuir la producción de CO<sub>2</sub> y otros gases de efecto invernadero?, ¿qué argumentos usarías para convencer a tus compañeros para que favorezcan tu propuesta?



### Actividad de cierre

#### Concluye: ¿Puedes identificar un cambio químico?

Es momento de que reflexiones sobre las preguntas que leíste al inicio de esta secuencia. Responde en tu bitácora lo siguiente.

Después discute tus respuestas con algunos de tus compañeros y compartan su conclusión en grupo.

- ¿Por qué las manzanas y las peras adquieren un color café al poco tiempo de estar partidas y en contacto con el aire? ¿Crees que en este caso el cambio de color nos indica que ha ocurrido un cambio químico? Explica tu respuesta.
- Además de cambios de color, menciona otras dos manifestaciones que te indiquen que ha ocurrido una reacción química en algún alimento, como la leche, una piña, un trozo de carne o de pescado.
- En muchas ocasiones se presentan simultáneamente cambios físicos y químicos. Por ejemplo, al quemar una vela. ¿Qué cambios son físicos?, ¿cuáles son químicos?
- La combustión puede llevarse a cabo con mucho o poco oxígeno. Revisa las ecuaciones de las páginas 136 y 137. ¿Cuál es la sustancia que se puede producir cuando quemamos leña en una habitación cerrada? La formación de esta sustancia, ¿se debe a un cambio físico o a un cambio químico? (figura 3.17).



**Figura 3.17** Uno de los productos de la combustión es un veneno causante de muchas muertes por descuido durante los meses de invierno.



### Perspectivas

Lee con tu equipo las siguientes preguntas. Les pueden orientar para elegir un tema que les interese para su proyecto de fin de bloque.

¿Cómo obtiene energía el cuerpo humano a partir de los alimentos?

¿En qué consisten los procesos químicos que proporcionan energía al organismo?

¿Qué tipo de reacciones producen calor en nuestro cuerpo?

#### Aprendizajes logrados

En esta secuencia pudiste distinguir entre un cambio químico y un cambio físico; describiste algunas manifestaciones del cambio químico, considerando las propiedades de las sustancias antes y después del mismo. Reconociste que durante las reacciones químicas se libera o se absorbe energía. Lograste balancear ecuaciones químicas de acuerdo con la Ley de conservación de la masa y aprendiste a leer e interpretar una ecuación química.

¿Qué me conviene comer?

Toma de decisiones relacionada con: Los alimentos y su aporte calórico

Aprendizajes esperados

- Identifica que la cantidad de energía se mide en calorías y compara el aporte calórico de los alimentos que ingiere.
- Relaciona la cantidad de energía que una persona requiere, de acuerdo con las características tanto personales (sexo, actividad física, edad y eficiencia de su organismo, entre otras) como ambientales, con el fin de tomar decisiones encaminadas a una dieta correcta.

Como has estudiado en cursos anteriores, los alimentos nos aportan energía. En esta secuencia verás que si ingerimos alimentos con alto contenido energético y sólo utilizamos una pequeña parte en actividades, es probable padecer de sobrepeso u obesidad. ¿Todos los alimentos nos proporcionan igual cantidad de energía?, ¿cómo sabemos qué nos conviene comer? Con lo que aprendas en esta secuencia conocerás el concepto de *calorías*; también lograrás determinar el aporte calórico de algunos alimentos y utilizar este conocimiento para mejorar tu alimentación diaria.



Actividad de inicio

Reflexiona: ¿Sabes la relación entre las calorías y los alimentos?

Aumenta el número de casos de obesidad en niños y adolescentes

16 de junio de 2012. De acuerdo con la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), en el año 2012 en nuestro país se reportó que 29% de mujeres y 28.1% de hombres entre los 5 y 17 años presentan sobrepeso.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) informa que la obesidad es uno de los principales problemas de salud pública en México y que este padecimiento está relacionado con enfermedades como la diabetes, algunas cardiopatías (enfermedades del corazón) y diferentes tipos de cáncer.

Según especialistas de la salud, la obesidad no sólo está relacionada con enfermedades que pueden llevar a la muerte, sino que es causa de problemas de autoestima entre los niños y adolescentes que la padecen.

La OMS define sobrepeso y obesidad como acumulación excesiva y anormal de grasa en el cuerpo que resulta perjudicial para la salud. Dicha condición se

agrava con la cantidad y calidad inadecuada de los alimentos que se consumen, así como los malos hábitos de vida, entre ellos hacer poco ejercicio (figura 3.18).

Ante este problema de salud pública, médicos y nutriólogos alertan sobre la necesidad de observar una dieta correcta y realizar ejercicio moderado.



Figura 3.18 Actualmente se sabe que una persona puede ser obesa y al mismo tiempo estar mal alimentada.

Adaptado de Aguirre, JP, El reto de la obesidad infantil en México, CESOP, versión preliminar, junio de 2012.

1. ¿Puedes evitar el sobrepeso y la obesidad?, ¿cómo?
2. ¿Qué alimentos contienen más calorías?
3. ¿Son las calorías lo único que tenemos que tomar en cuenta para lograr una alimentación correcta? ¿Por qué?, ¿qué otros elementos debes considerar?
4. ¿Por qué la nota de periódico menciona el ejercicio?, ¿cómo ayuda para evitar la obesidad?



¿Sabes?

El indicador *aproximado* para identificar el sobrepeso y la obesidad es el Índice de Masa Corporal (IMC), el cual se calcula dividiendo la masa de una persona en kg entre su estatura en metros elevada al cuadrado:

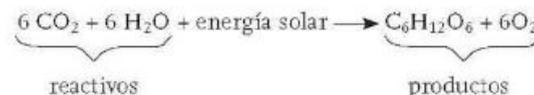
$$IMC = \frac{\text{masa en kg}}{(\text{estatura en m})^2}$$

Si el IMC está entre 25 y 30, se tiene sobrepeso, y si es mayor a 30, se trata de obesidad, la cual comienza a ser grave arriba de 40.

La energía en nuestros alimentos

Como recordarás de tu curso de Ciencias 1, los alimentos y bebidas que consumimos en nuestra dieta nos proveen de los materiales que se requieren para la formación y reparación de nuestras estructuras corporales, y de las sustancias necesarias para el funcionamiento del cuerpo que también son nuestra fuente de energía. La información nutrimental contenida en los empaques de muchos alimentos nos indica la energía que aportan y nos permite saber el contenido de varios nutrimentos como los carbohidratos, las grasas y las proteínas. Se le llama *aporte calórico* a la cantidad de energía, medida en *calorías*, que nos suministra una cierta porción de nutrimento. Si recuerdas tu curso de Ciencias 2, la caloría es una unidad de medida de la energía necesaria para aumentar la temperatura de 1 g de agua de 14.3 a 15.3 °C, que para los alimentos que ingerimos es pequeña, por lo que se prefiere usar un múltiplo, la Caloría *grande* o kilocaloría (figura 3.19). Puesto que lo que se mide es la cantidad de energía que aportan los alimentos, también se conoce como *aporte energético*. La Norma Oficial Mexicana 43 sobre alimentación define que una dieta correcta debe ser: completa, equilibrada, inocua, suficiente y variada. Entre otras cosas esto implica que, en cada comida del día, debemos incluir alimentos de los tres grupos: a) verduras y frutas, b) cereales y c) leguminosas y alimentos de origen animal.

¿De dónde proviene la energía que está contenida en lo que comemos? La respuesta es que toda esta energía proviene del Sol. Como recordarás de tu curso de Biología, mediante el proceso de fotosíntesis, las plantas verdes y las algas absorben la energía solar y generan moléculas, como la glucosa (C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>), a partir de moléculas como el agua (H<sub>2</sub>O) y el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>):



de ahí que en las redes alimentarias, a los organismos que hacen fotosíntesis, como las plantas, se les llama *productores*, dado que introducen energía proveniente del Sol que llega a todos los seres vivos del ecosistema.

En la secuencia anterior estudiamos que las reacciones químicas están asociadas a cambios de energía y que éstos se deben al rompimiento de enlaces entre algunos átomos de los reactivos y la formación de nuevos y diferentes enlaces en los productos. En el caso de la fotosíntesis, los productos tienen más energía que los reactivos ya que han absorbido energía solar.

La glucosa obtenida mediante la fotosíntesis es un carbohidrato, llamado así porque su molécula contiene carbono, hidrógeno y oxígeno (o sea carbono y los elementos que constituyen una molécula de agua). Estas sustancias son la principal fuente de la energía que contienen nuestros alimentos.

Como recordarás, los animales herbívoros, como las liebres, se alimentan de productores como el pasto, y los carnívoros, como el coyote, de los herbívoros. Durante estos procesos en la red alimentaria se transfiere materia, y en el caso de la respiración, se producen moléculas energéticas preferentemente de carbohidratos, que pueden obtenerse de fuentes animales y vegetales; por ejemplo, el carbohidrato lactosa se obtiene de la leche y la fructosa está presente en muchas frutas.

Información nutrimental	
Tamaño por Ración 45g	
Raciones por envase 01	
Calorías o kilocalorías	220
Calorías a partir de la Grasa	85
	% RDA (*)
Grasa Total	9g 15%
Carbohidratos Totales	29g 10%
Fibra Dietaria	3g 15%
Proteínas	4g 6%
Sodio	200mg 8%

\*Las porcentajes de requerimientos diarios están basados en una dieta de 2,000 calorías.

Figura 3.19 La unidad que aparece en algunas etiquetas es kcal o Caloría (con mayúscula) que equivale a mil calorías (con minúscula).



En *El Plato del Bien Comer* puedes consultar los grupos de alimentos y la proporción que debes consumir de cada uno, para tener una dieta correcta.

¿Cuáles son los grupos de alimentos que te proporcionan más energía? Puedes consultar tu libro de Ciencias 1 para recordar.

Te invito a...

consultar Kauffer Horwitz, Martha, *Asuntos de mucho peso: Un libro sobre aciertos y errores en la alimentación*, México, SEP-Editorial Serpentina, 2008 (Libros del Rincón), para conocer la importancia de tener un control equilibrado de lo que se come, y a leer el artículo Iñárritu, María del Carmen, "El Plato del Bien Comer", en *Gaceta de la Facultad de medicina, UNAM*, núm. 568, 25 de agosto de 2007, disponible en [www.edutics.mx/JTA](http://www.edutics.mx/JTA) (Consulta: 21 de enero de 2019).

En general, el carbohidrato más abundante en los alimentos es el almidón; sin embargo en México el consumo de refrescos y golosinas ha cambiado el carbohidrato más frecuente en nuestra dieta por la sacarosa (C<sub>12</sub>H<sub>22</sub>O<sub>11</sub>) o azúcar común.

### La caloría como unidad de medida de la energía

Como hemos visto, la energía que se obtiene de un alimento se mide en calorías, y para medir cuánta energía aporta una cantidad determinada de alimento, se quema. La energía desprendida de la combustión se absorbe por una cantidad conocida de agua; el cambio de temperatura que ésta experimenta permite conocer la energía que aporta el alimento. Aunque la medición en calorías no representa ningún problema, los valores que se obtienen para los

alimentos son muy grandes, por lo que se ha preferido una unidad llamada Caloría, que equivale a 1 000 calorías. Si sabemos que 100 g de agua se calentaron desde 15 a 25 °C, tenemos que la energía liberada durante la combustión de un alimento fue 1 000 calorías que equivalen a 1 kilocaloría o 1 Caloría.

Aunque la caloría como unidad de energía fue importante en su momento, se han buscado formas más precisas de medir la energía. En el ámbito científico y en la industria alimentaria se usa otra unidad de medida de energía que es el Joule (su símbolo es J). Una caloría equivale a 4.184 joules. El joule es la unidad establecida en el Sistema Internacional de Unidades, y aunque la tradición hace que se siga usando la kilocaloría (kcal) o Caloría en las tablas y etiquetas, también es posible encontrar referido el aporte energético en joules o múltiplos de esta unidad como los kilojoules (kJ). Por eso es conveniente conocer las diferentes unidades de medida de energía contenida en los alimentos (figura 3.20).



#### ¿Sabes?

La cantidad de energía se mide en calorías, sin embargo, es importante que conozcas otras unidades y puedas hacer conversiones para conocer el aporte calórico de los alimentos:

- 1 kcal = 1 000 cal
- 1 Caloría = 1 000 calorías
- 1 Caloría = 1 kcal
- 1 cal = 4.184 J
- 1 Caloría = 4.184 kJ

Nota la diferencia entre Caloría y caloría.

Figura 3.20 En las etiquetas de los productos para consumo se suele expresar el contenido energético en tres unidades de energía distintas. ¿Puedes expresar los contenidos energéticos o aporte calórico de cada bebida en calorías?

Refresco de cola		Leche entera		Jugo de guayaba procesado	
Tamaño de la porción = 500 ml		Tamaño de la porción = 250 ml		Tamaño de la porción = 300 ml	
Contenido energético	898 kJ	Contenido energético	152 Cal	Contenido energético	131 kcal
Proteínas	0 g	Proteínas	7.2 g	Proteínas	0 g
Carbohidratos	54 g	Carbohidratos	13 g	Carbohidratos	34 g
Grasas	0 g	Grasas	7.3 g	Grasas	0 mg
Sodio	104 mg	Sodio	124 mg	Sodio	33 mg

### Actividad

#### Identifica y compara: ¿Cuánta energía me aporta lo que consumo?

Reúnete con un compañero y, con base en la información que aparece en las etiquetas de la figura 3.20, resuelvan lo siguiente.

- Identifiquen en cada ejemplo el aporte calórico y anótenlo en su bitácora. ¿A cuántas calorías equivale en cada caso?
- Calculen el aporte calórico de los ejemplos por mililitro y comparen los aportes calóricos basándose en los resultados de sus cálculos. Ordenen los tres ejemplos de mayor a menor aporte calórico.
  - ¿Cuál de estas bebidas consideran que favorece una dieta correcta? ¿Por qué?
  - ¿Qué bebida recomendarían en caso de hacer mucho ejercicio? ¿Cuál recomendarían si sus actividades físicas son pocas? ¿Por qué?
  - ¿Por qué en ningún caso es recomendable el refresco o el jugo procesado?

3. Identifiquen el contenido energético de los alimentos de la tabla 3.2.

Alimento y cantidad (g)	kcal	cal/g	Alimento y cantidad (g)	kcal	cal/g
Crema (28.8)	62	2153	Jugo de naranja (248)	112	
Leche entera (244)	146		Pan blanco (9)	24	
Enchiladas con queso (163)	319		Hot dog sencillo (98)	242	
Huevo duro o cocido (37)	57		Pan integral (28)	74	
Frijoles guisados (83.5)	113		Arroz cocido con sal (158)	205	
Salchicha ahumada de pavo (28.4)	52		Tortilla (26)	58	
Atún en agua, escurrido (85.1)	109		Azúcar morena (4.6)	17	
Manzana sin pelar (125)	65		Lechuga (20)	3	
Sándwich de jamón y queso (146)	352		Hamburguesa sencilla (110)	279	
Papa hervida con sal (300)	258		Zanahoria cruda (72)	30	
Papas fritas sin sal (28.4)	152		Jamón de pavo (227)	286	

4. Completen la tabla como se muestra en el ejemplo de la crema. Observen que el valor está en kcal y que las cantidades en gramos son diferentes en cada caso, por lo que deberán hacer las operaciones para comparar con masas iguales.

- En equipos de tres personas comparen el aporte energético de los alimentos de la tabla y discutan entre ustedes cómo podrían clasificarlos en función de su aporte calórico o energético.
- ¿Cuáles de los alimentos que consumen frecuentemente son más energéticos?, ¿cuáles menos? ¿Para qué les sirve saberlo? ¿Cómo se comparan los valores de esta tabla con los que puedes encontrar en las botanas comerciales?, ¿consideras adecuado usar calorías como referencia para el aporte energético?

En grupo propongan qué otros aspectos se podrían tomar en cuenta para llevar su dieta correctamente. Pueden consultar, para finalizar, el *Manual de Nutrición* de Luis Lesur de Biblioteca Escolar.

### Los alimentos y su aporte calórico. ¿Qué debo comer?

Ya hemos visto cómo obtenemos la energía por medio de nuestros alimentos y que en realidad vivimos de la energía solar. Algo que no hemos comentado es cómo almacenamos la energía en nuestro cuerpo hasta que llega el momento de utilizarla.

Como vimos, mediante la fotosíntesis, las plantas y las algas producen el carbohidrato llamado glucosa. En las plantas, la energía se almacena en forma de *almidón*, un **polímero** que se obtiene por la unión de muchas moléculas de glucosa (figura 3.21).

**polímero.** Molécula de gran tamaño que resulta de la unión de miles de moléculas más pequeñas llamadas monómeros.



Figura 3.21 Esquema simplificado de la molécula del almidón, donde cada vértice representa un átomo de carbono y cada hexágono es una molécula de glucosa. No se incluyen hidrógenos ni otros grupos moleculares.

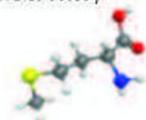
El pan, las pastas y los cereales han sido la principal fuente de almidón para la humanidad desde hace miles de años. De hecho, los diferentes granos han estado unidos al desarrollo de las civilizaciones, por ejemplo el maíz en México, el arroz en China y Japón y otros granos como la cebada y el trigo en Europa.

Las harinas con las que preparamos tortillas y bolillos tienen una gran cantidad de almidón que resulta del proceso de la fotosíntesis de las plantas de maíz y de trigo.

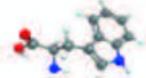


**Figura 3.22** Los alimentos fritos tienen alto contenido de grasa. Si el aceite se usa muchas veces o se calienta demasiado puede originar grasas “trans”.

Melionina. Presente en cereales, frutas secas y semillas.



Triptófano



Lisina. Presente en las legumbres.



**Figura 3.23** Moléculas de algunos aminoácidos esenciales. El resto son la leucina, la treonina, la histidina, la isoleucina, la fenilalanina y la valina. En general, los alimentos ricos en aminoácidos esenciales son los de origen animal como la clara de huevo, la carne y la leche. De origen vegetal, la soja es el alimento más rico en aminoácidos esenciales.

**metabolismo.**

Conjunto de cambios químicos que ocurren en nuestras células que nos permite absorber la energía y otros componentes de los alimentos que ingerimos.

En la digestión, invertimos el proceso de síntesis: se rompen las cadenas largas del almidón y obtenemos glucosa que, mediante el proceso de la respiración celular que viste en tu curso de Biología, nos proporciona la energía para vivir.

Otra manera en que los seres vivos almacenan energía es mediante los lípidos como las grasas y los aceites. Por ejemplo, la mantequilla, que se elabora con la grasa presente en la leche, y los aceites que más se consumen en México, los cuales provienen de semillas como el cártamo, el girasol, la soja y el maíz y en menor medida, el aceite obtenido de la oliva. Las grasas además son importantes pues permiten formar tejidos “amortiguadores” en órganos importantes, y participan en el transporte de ciertas sustancias clave como las vitaminas. Recientemente se ha encontrado una relación entre las características de las grasas que comemos y sus efectos a largo plazo. Por ejemplo, las grasas de tipo “trans” se acomodan en capas de las paredes de las venas y arterias, y a largo plazo ocasionan que el paso de la sangre disminuya (figura 3.22). En estas condiciones es más probable que se produzcan infartos.

A diferencia de los carbohidratos, que son la fuente de energía más inmediata para el organismo, las grasas son energía de reserva que se acumula, por lo que deben consumirse de manera mesurada y debemos hacer ejercicio para mantenerlas en niveles saludables.

Todo exceso es malo, consumir demasiados carbohidratos y grasas puede resultar en enfermedades a corto o a largo plazos, por ejemplo podemos tener problemas digestivos, de sobrepeso y aun obesidad. Sin embargo, si bien actualmente se habla mucho del problema del sobrepeso en las personas que consumen muchas más calorías de las que necesitan para sus actividades, tampoco es saludable comer muy poco para tratar de estar delgado, pues en estos casos, al no disponer de energía mediante los alimentos, el cuerpo “se come a sí mismo” como medida de emergencia para sobrevivir, lo que da origen a desnutrición –tema que estudiaste en tu curso de Ciencias 1–, pues no se obtienen la energía y los nutrientes necesarios para llevar a cabo las funciones del organismo.

Unas sustancias sumamente importantes en este momento de tu vida son las proteínas. Estas son moléculas muy grandes construidas a partir de otras moléculas más sencillas llamadas aminoácidos. De estos, algunos los construimos nosotros mismos mediante nuestro **metabolismo** pero otros sólo podemos conseguirlos mediante los alimentos, a estos los llamamos aminoácidos esenciales (figura 3.23). Son tan importantes que es necesario comer “de todo” para no tener faltantes de ninguno de ellos. Con los aminoácidos construimos nuestras proteínas personales. Nuestro pelo, la piel, los anticuerpos que nos protegen de las enfermedades, el crecimiento y desarrollo de nuestro cuerpo, todo ello está mediado por las proteínas.

Las vitaminas también son parte importante de la nutrición, participan en significativos procesos como la síntesis de nuestras propias proteínas, nos protegen de enfermedades y su deficiencia provoca algunas muy severas y otras mortales. Algunas vitaminas, como la C y B, son acarreadas primordialmente por el agua y otras por grasas como las vitaminas A y la D, por ello también es importante consumir grasas, pero no en exceso.

Para vivir sanamente debemos ingerir grasas, carbohidratos y proteínas (además de vitaminas y minerales) en una cantidad adecuada para nuestra edad y –muy importante– nuestra actividad; por esta razón debemos evitar seguir dietas “mágicas” o “milagrosas” que nos aseguran perder mucho peso en poco tiempo, evitando por completo las grasas o los carbohidratos.

Si tienes dudas respecto a tu alimentación, consulta a un médico o a un nutriólogo y no cambies tus hábitos con base en la propaganda, los anuncios o la moda.

**Relación entre las características personales y ambientales con la cantidad de energía requerida por una persona**

Cada persona requiere una cantidad diferente de energía, debido a características personales como sexo, edad, actividades físicas que realiza y la eficiencia de su organismo. Por ejemplo, cuando una persona con exceso de peso hace ejercicio se cansa más rápido (lo mismo ocurre con quienes fuman, porque su capacidad de asimilar oxígeno está disminuida), además el exceso de peso provoca lesiones en articulaciones y en órganos como el corazón, el hígado y el páncreas. Por otra parte, las personas que hacen ejercicio de manera regular, al menos tres o cuatro veces a la semana, y tienen una buena alimentación, aprovechan la energía de una manera más eficiente (figura 3.24). De manera muy aproximada, en la tabla 3.3 se muestran las cantidades de energía que necesitamos para desarrollar algunas actividades cotidianas.

Tabla 3.3 Gasto energético en kcal por realizar actividades durante 10 minutos  
Mujer de 25 años de edad y 52 kg, hombre de 15 años de edad y 56 kg

Actividad	Hombres	Mujeres	Actividad	Hombres	Mujeres
Andar en bicicleta, esfuerzo ligero	56.0	52.0	Trabajar sentado	14.0	13.0
Andar en bicicleta, esfuerzo intenso	98.0	91.0	Trabajo intenso como cargar tabiques	74.7	69.3
Bailar	37.3	34.7	Correr lento	42.0	39.0
Barrer pisos lisos	30.8	28.6	Correr rápido	168.0	156.0
Jugar fútbol	84.0	78.0	Caminar cargando 7 kg	32.7	30.3
Estar de pie	11.2	10.4	Nadar en lagos o ríos	56.0	52.0
Estar sentado	9.3	8.7	Caminar despacio	18.7	17.3
Estar sentado, estudiando y escribiendo	16.8	15.6	Caminar rápido	46.7	43.3

Nota: Estos valores varían dependiendo de la eficiencia del organismo, condiciones geográficas y ambientales y salud respiratoria, entre otros factores.  
Fuente: Compendium of Physical Activities: an update of activity codes and MET intensities, Barbara E. Ainsworth, et al., *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 32, No. 9, 2000, S498-S516.

La tabla anterior nos da una idea aproximada de las calorías que gastamos en diversas actividades que realizamos en nuestra vida diaria. El requerimiento energético de cada persona depende de la energía gastada por el organismo para mantenerse con vida y efectuar las distintas actividades.

El gasto energético se divide en tres partes para su estudio: la energía consumida por las funciones metabólicas básicas cuando estamos en reposo, el efecto térmico de los alimentos –la energía para procesar los alimentos ingeridos a las formas útiles para el organismo, por medio de reacciones químicas, por ejemplo, la desintegración de proteínas y la síntesis de grasas y glucógeno– y el gasto de energía debida a la actividad física por hacer distintas actividades. De estos gastos, el primero es el que más energía consume.



**¿Sabes?** Un gramo de grasa nos proporciona el doble de energía que un gramo de carbohidrato. Consumir regularmente más calorías de las necesarias para realizar las actividades cotidianas origina sobrepeso y obesidad.



**Figura 3.24** Practicar algún deporte o hacer ejercicio a cualquier edad nos ayuda a mantener sano nuestro organismo.

**Te invito a...**  
conocer más información para lograr una dieta sana y conservar la salud, en el libro Esquivel, Guadalupe y Adriana Luna, *El placer de comer y estar sano*, México, SEP-Terracota, 2010 (Libros del Rincón).

De la misma forma que los requerimientos energéticos de hombres y mujeres no son iguales pues tienen metabolismos diferentes (en general son de talla distinta, lo que repercute en que el consumo de energía no sea igual), tampoco lo son a lo largo de la vida. Hay nutrimentos que pueden aprovecharse apropiadamente en la niñez, pero que en edades adultas y avanzadas son problemáticos. Por ejemplo, mientras que la leche de vaca se considera un buen alimento para los niños, a muchos adultos les causa problemas digestivos, porque con la edad se va perdiendo la capacidad de producir la enzima llamada lactasa que nos permite asimilar la leche.

El ejercicio también debe ser parte de nuestros hábitos de vida ya que ayuda a una mejor circulación sanguínea, tonifica nuestros músculos y evita que acumulemos grasa en exceso en nuestro organismo, sin embargo, igual que con nuestros alimentos, debemos evitar los extremos.

**Actividad**

**Analiza y relaciona: ¿Cuánta energía necesitas?**

- Relacionen la cantidad de energía que requiere una persona con la actividad que realiza y con su sexo.
  - Supongan que a uno de ustedes el médico le recomendó una dieta de 2 500 Calorías diarias. Consigan la información necesaria en tablas de nutrición y con los datos que les hemos dado diseñen la dieta para un día de actividad normal en la escuela. ¿Cuáles serían los alimentos a ingerir en desayuno, comida y cena? Escríbanlo en una tabla como la que se muestra. ¿Habría diferencia si es hombre o mujer? ¿Por qué?
  - Si uno de ustedes estuviera entrenando una hora diaria en fútbol y le recomendaran tener una dieta de 3 000 Calorías, ¿cómo debería modificar sus alimentos con respecto a los que incluyó en el inciso anterior? Completa la tabla 3.4.

Tabla 3.4 Diseño de una dieta

	Periodo de descanso 2 500 Cal/día	Periodo de entrenamiento 3 000 Cal/día
Desayuno		
Refrigerio entre comidas		
Comida		
Refrigerio entre comidas		
Cena		

- ¿Cuándo consideras que es mejor consumir más calorías, en el desayuno, la comida o la cena? ¿Por qué?
  - ¿Por qué es diferente el aporte calórico o energético requerido en período de entrenamiento?
- Elaboren conclusiones grupales.
    - ¿La dieta de 3 000 Calorías puede servir a cualquier integrante del grupo que participe en algún deporte?
    - ¿Será diferente la dieta si se trata de un hombre o de una mujer?, ¿por qué?

Entre todo el grupo, concluyan cuáles consideran que son los factores que se deben tomar en cuenta para tener una dieta correcta y un aporte calórico adecuado.

La cantidad de energía que una persona requiere depende también de factores ambientales, por ejemplo, no se come lo mismo ni en la misma cantidad donde hace frío que donde hace calor; cuando la temperatura es muy alta, nuestro cuerpo emplea la sudoración para mantener nuestra temperatura constante y por esto debemos aumentar la ingesta

de líquidos. De igual manera, en lugares muy fríos debemos consumir más calorías para ayudar a nuestro organismo a mantener nuestra temperatura (figura 3.25). Algo similar ocurre cuando cambian las estaciones del año, por eso en muchos países hay comidas típicas de verano o de invierno. También la altitud tiene un efecto sobre el consumo energético. Algunos nutriólogos sugieren una dieta alta en carbohidratos durante la actividad alpinista ya que el esfuerzo por mantener la temperatura y el intenso ejercicio implican un gasto energético elevado, aun cuando es frecuente que disminuya el apetito.

Debido a tantos factores que influyen para establecer cuál es la *dieta que más nos conviene*, no es recomendable que utilicemos suplementos alimenticios sin una apropiada supervisión de profesionales de la nutrición.



Figura 3.25 En invierno tomamos más bebidas calientes pero hay que evitar su consumo en exceso si contienen mucha azúcar y grasa.

**Actividad**

**Reflexiona: ¿Sabes qué te conviene comer?**

Supón que vas a comer fuera de casa y que tienes las siguientes opciones:

Una comida corrida que incluye consomé de pollo, arroz con frijoles y una pieza pequeña de carne con calabazas, gelatina y un vaso de agua de limón.

Una hamburguesa con queso, papas fritas y un refresco.

Tacos de carnitas con salsa verde y agua fresca.

Una sopa instantánea, una ensalada de jitomate y lechuga con aderezo de aceite de oliva y una botella de agua.

- ¿Puedes calcular de manera aproximada el aporte calórico o energético de cada opción? Haz una propuesta y discútela con tus compañeros. Para ello consulta la tabla de la página 145.
- ¿Cuál opción elegirías?, ¿por qué?

**Actividad de cierre**

**Concluye: ¿Qué debes considerar para alimentarte bien?**

Es momento de que reflexiones sobre las preguntas del inicio de esta secuencia.

- ¿Qué alimentos debe evitar una persona de tu edad con sobrepeso?
- ¿Cómo ayuda el ejercicio para evitar la obesidad?
- En la tabla 3.6 sólo se indican algunas actividades; ¿cómo podrías estimar la energía necesaria para otras como jugar voleibol?
- Además de la cantidad de calorías, ¿qué debemos tomar en cuenta para lograr una alimentación correcta?

**Aprendizajes logrados**

Pudiste identificar que la energía que puedes obtener de los alimentos se mide en calorías, clasificaste los alimentos de acuerdo a la cantidad de calorías que proporcionan. Comprendiste que no hay una dieta correcta única para todas las personas, ya que muchos factores personales y ambientales influyen en esto. También identificaste la relación entre el aporte calórico de los diferentes alimentos con tus características personales, las actividades que realizas y el lugar donde vives.

**Perspectivas**

Lee con tu equipo las preguntas y consideren si alguno de estos temas les parece interesante para realizar el proyecto del fin de bloque.

¿Qué papel juegan las vitaminas B, en el metabolismo energético?

¿De qué manera repercute una disminución drástica en las calorías que ingerimos?

Tras la pista de la estructura de los materiales: aportaciones de Lewis y Pauling

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.

Actualmente se conocen más de 112 elementos químicos, por lo que las combinaciones que podrían ocurrir para formar compuestos son casi infinitas; sin embargo, al estudiar la naturaleza encontramos que los átomos sólo se combinan de unas cuantas maneras, por ejemplo el hidrógeno y el oxígeno forman la molécula de agua (H<sub>2</sub>O) muy abundante, en menor medida constituyen el agua oxigenada (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) pero otras combinaciones como H<sub>2</sub>O, HO<sub>2</sub> o HO<sub>3</sub>, simplemente no existen. En esta secuencia aprenderás de qué manera se organizan los átomos en las moléculas y compuestos al formar enlaces, y cómo mediante la teoría de Lewis y las aportaciones de Pauling pueden explicarse algunas propiedades de las sustancias.



Actividad de inicio

Reflexiona: ¿Sabes por qué unos elementos son más reactivos que otros?

Lee el texto y responde.

En julio de 2012, la Sociedad Química de Estados Unidos de América publicó el descubrimiento del gas flúor (F<sub>2</sub>) en forma natural, realizado por investigadores alemanes. ¿Por qué es ésta una noticia relevante si este elemento se conoce desde 1771 y se aisló en 1886? La importancia se debe a que el flúor, que es un elemento de la familia de los halógenos, tiene una gran reactividad química, esto es, una fuerte tendencia a combinarse con otros elementos para formar muchos compuestos. Por esto, durante muchos años se pensó que el flúor no existía en forma aislada en la naturaleza. Ahora, investigadores alemanes afirman haberlo encontrado atrapado dentro de un mineral llamado antozonita.

Fuente: Chemical & engineering news, 2012.

1. ¿Cuántos electrones de valencia tiene el átomo de flúor?
2. Dibuja la estructura de Lewis del flúor y explica por qué sus moléculas son diatómicas (F<sub>2</sub>).
3. Dos de los compuestos más comunes del flúor son el fluoruro de sodio (NaF) y el fluoruro de calcio (CaF<sub>2</sub>). ¿Por qué el átomo de flúor se combina con el Na en una relación 1:1 pero con el Ca en una relación de 1:2?
4. La reactividad química del flúor es tan grande que incluso forma compuestos con un gas noble, ¿por qué crees que ocurre esto?
5. El cloro (Cl) pertenece también a la familia de los halógenos y uno de los compuestos químicos más abundantes en nuestro planeta es el cloruro de sodio (NaCl), que es la sal que normalmente ingerimos con nuestros alimentos; sin embargo, en la naturaleza es muy poco probable encontrar sodio metálico y cloro libre. ¿Por qué sucede esto?

En nuestro planeta tenemos diferentes elementos que se encuentran en cantidades muy variadas. Hay algunos más abundantes que otros, y no siempre (más bien casi nunca) se les puede encontrar en estado libre, pues es más probable encontrarlos formando compuestos. Por ejemplo, aunque la cantidad de flúor (F) en nuestro planeta es considerable (ocupa el lugar 23 en abundancia), como leíste al inicio, hasta el año 2012 no se había identificado en forma aislada como una molécula diatómica (F<sub>2</sub>). Esto se debe a que el flúor es un elemento con gran reactividad química que se combina fácilmente con otros elementos para formar compuestos como, por ejemplo, el ácido fluorhídrico (figura 3.26).

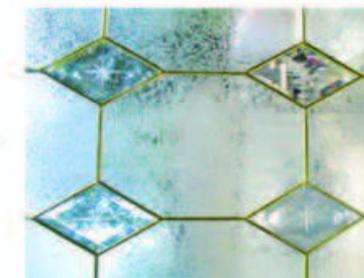


Figura 3.26 El ácido fluorhídrico (HF) se usa para grabar en vidrio.

Definimos como *reactividad química* de un elemento su tendencia a participar en reacciones químicas para formar compuestos, ésta puede ser alta o baja. Algunos elementos como el Helio (He), Neón (Ne) y Argón (Ar) prácticamente no forman compuestos, por lo que tienen muy baja reactividad química (por analogía con el oro, que tampoco reacciona con facilidad se les llamó "gases nobles"). Por el contrario, el flúor es tan reactivo que incluso desde 1962 se conocen sus compuestos con el xenón, gas noble que no es tan noble como se creía.

¿Cómo y por qué algunos elementos reaccionan con otros? ¿Por qué es fácil que se combinen el cloro (Cl) y el sodio (Na) pero no el cloro con el flúor? La respuesta radica en que cuando se forman compuestos, son más favorables aquellas uniones de baja energía. Por ejemplo, en el caso del sodio y el cloro, el compuesto resultante tiene una menor energía que los átomos individuales de los elementos, por lo que es menos reactivo. Por el contrario, en el caso del flúor y el cloro, si se pudieran unir, el compuesto resultante tendría una mayor energía que los átomos individuales, y por lo tanto el compuesto formado sería muy reactivo e inestable.

Como ya estudiamos en la secuencia 7, no todos los electrones presentes en los átomos intervienen en la formación de los enlaces químicos. Únicamente participan los electrones de valencia que son los que se ubican en los niveles de más alta energía.

Cuando se ponen en contacto los reactivos para producir alguna reacción química, los átomos chocan unos con otros y existe la posibilidad de que los electrones de valencia se reacomoden en niveles de más baja energía y se formen nuevas uniones entre los átomos que chocan; a estas uniones las llamamos enlaces (figura 3.27).

Sin importar cómo se da esta unión entre átomos, hay reacciones químicas, como vimos en la secuencia 12, que son endotérmicas o que requieren energía para llevarse a cabo. En este caso, aumentar la temperatura de reacción favorece que haya más choques efectivos, es decir, en los que los átomos se unen para formar nuevas moléculas. Una de las principales ocupaciones de los químicos es encontrar cuáles son las condiciones que favorecen las reacciones químicas deseadas, como para la producción de un nuevo medicamento, pero también saber cómo evitar reacciones no deseadas, como la oxidación de algunos metales, que estudiaremos en el siguiente bloque.

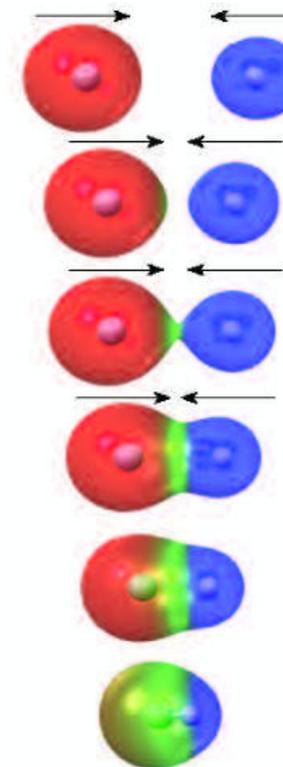
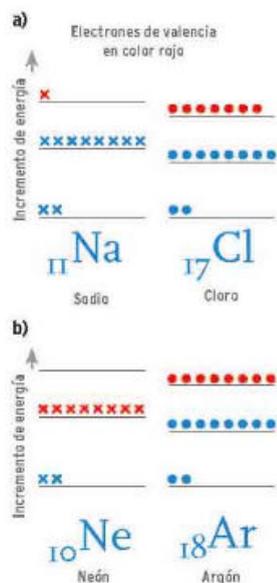


Figura 3.27 Proceso por el cual se forma la molécula de fluoruro de hidrógeno a partir de un átomo de flúor (izquierda) y uno de hidrógeno (derecha). La mayor concentración de carga negativa debida a los electrones se muestra en rojo, mientras que la deficiencia en la concentración de carga negativa está en azul, con intermedios en otros colores como el verde. Conforme se va formando el enlace, los colores muestran cómo se hace la redistribución de carga negativa en la molécula que al final se forma.

### La estructura de los materiales: las aportaciones de Lewis

En la secuencia 7 estudiamos que una manera sencilla de representar los electrones de valencia, es la propuesta por Lewis y que la regla del octeto nos ayuda a pronosticar cómo serán las moléculas o los compuestos que se formarán, si los átomos reaccionan entre sí. Sin embargo, como todos los modelos, la regla del octeto tiene sus limitaciones, es decir, no puede explicarse con esta regla la formación de todos los compuestos químicos que se conocen. Por ejemplo, no se pueden explicar los compuestos que forma un gas noble como el xenón, pues si tomamos como válida la regla del octeto, el xenón no debería reaccionar pues tiene ocho electrones en su última capa.



**Figura 3.28** Estructura electrónica por niveles de energía de sodio, cloro, argón y neón. En cada uno se ha indicado el número atómico.

#### Actividad

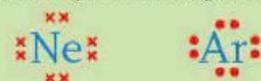
##### Analiza y explica: ¿Por qué hay compuestos más estables que otros?

Uno de los compuestos más comunes para nosotros y también de los más estables es el cloruro de sodio (NaCl). En este compuesto, el átomo de cloro gana un electrón que le cede el átomo de sodio.

1. Explica con base en las estructuras de Lewis de estos átomos cómo al formar este compuesto, ambos átomos adquieren la configuración atómica de un gas noble. Observa la figura 3.28a y completa la ecuación:



Observa las estructuras de Lewis de dos gases nobles (figura 3.28b):



2. Cuando el átomo de sodio pierde un electrón, su configuración electrónica es idéntica a la de un gas noble, ¿de qué gas noble se trata?
3. Cuando el átomo de cloro gana un electrón, su configuración electrónica es idéntica a la de un gas noble, ¿de qué gas noble se trata?
4. En grupo discutan lo siguiente.

- a) De acuerdo con la cantidad de electrones en el último nivel de energía que adquirieron el Na y el Cl una vez que formaron el NaCl, ¿por qué es tan estable la molécula de sal común?
- b) Realiza el mismo análisis para otros compuestos como el cloruro de potasio (KCl) o el óxido de calcio (CaO) e identifica cuál es el gas noble al que se asemeja la configuración electrónica de los átomos que forman estos compuestos.

Reúnete con un compañero y discutan sus resultados.

### La estructura de los materiales: las aportaciones de Pauling

Al formarse un enlace entre dos átomos diferentes, los electrones no se distribuyen de manera homogénea, ya que la atracción generada por los núcleos positivos de cada átomo es diferente. Ya en 1895, un científico danés llamado Hans Peter Jørgen Julius Thomsen midió el calor absorbido o liberado en muchas reacciones y con esta base determinó energías de enlace de varias sustancias. De esta manera propuso una clasificación periódica de los elementos separándolos en elementos electropositivos y elementos electronegativos.

Fue hasta 1932, casi 40 años más tarde, cuando el científico estadounidense Linus Carl Pauling (1901-1994), estableció de una manera cuantitativa el concepto de *electronegatividad*. Con este concepto, Pauling explicaba que cuando se forma un enlace, hay un reparto de los electrones en los átomos que participan en el enlace, que no necesariamente es equitativo.

En un artículo científico, Pauling tomó en cuenta las energías asociadas de 21 enlaces sencillos, identificándolos como covalentes (cuando se comparten electrones como es el caso de uniones entre no metales) o iónicos (cuando participan tanto metales como no metales). Para simplificar sus resultados, decidió que el referente de sus datos sería el elemento más electronegativo, que resultó ser el flúor, al que le asignó un valor de cuatro. A partir de este valor estableció electronegatividades a los elementos. Puedes darte cuenta que, desde conseguir la idea de una energía asociada a un enlace, la identificación de los mismos en la unión de átomos, hasta construir la idea de electronegatividad fue un trabajo de varios científicos, de manera que cada uno aportó diferente información. Seis años más tarde, en su libro, cuyo título traducido al español es "La naturaleza del enlace químico", Pauling define de manera precisa el concepto de *electronegatividad* de un átomo como la capacidad de un átomo que forma parte de una molécula para atraer y retener electrones. Fue tan brillante su explicación sobre el enlace químico y la electronegatividad que esto le valió el premio Nobel de Química en 1954.

Entre mayor sea la electronegatividad de un átomo, mayor será su capacidad de atraer electrones. Es como si juegas a *jalar la cuerda* contra un equipo con más integrantes, estarás en desventaja.

**sistematizar.** Organizar un conjunto de elementos dándoles un orden determinado y lógico de acuerdo con uno o más criterios.

#### Actividad

##### Sistematiza, analiza y argumenta: ¿Sabes la relación entre la estructura de Lewis y la electronegatividad?

El trabajo de Linus Pauling ha sido muy reconocido por la gran labor de análisis y sistematización que llevó a cabo para proponer el concepto de electronegatividad. Considera los siguientes elementos y sus respectivas estructuras de Lewis:



1. Propón al menos dos criterios para **sistematizar** estos elementos y argumenta cuáles son las propiedades que tomaste en cuenta para hacer tu organización. Puedes utilizar criterios físicos o químicos, así como microscópicos o macroscópicos.
2. ¿Cuáles consideras que tendrían más tendencia a atraer y retener electrones al formar un compuesto?, esto es, ¿cuáles de los elementos tienen mayor electronegatividad? ¿Cómo lo sabes?
3. ¿Consideras que hay una relación entre la estructura de Lewis y la electronegatividad de un átomo en una molécula?, ¿cuál?

Compara tus propuestas con las de algunos compañeros y consulta con tu profesor si son adecuadas.

#### ¿Sabes?

Linus Carl Pauling fue un investigador estadounidense muy conocido por su propuesta de una escala de electronegatividad para explicar los enlaces iónicos y covalentes y otras aportaciones en los modelos de enlace químico.

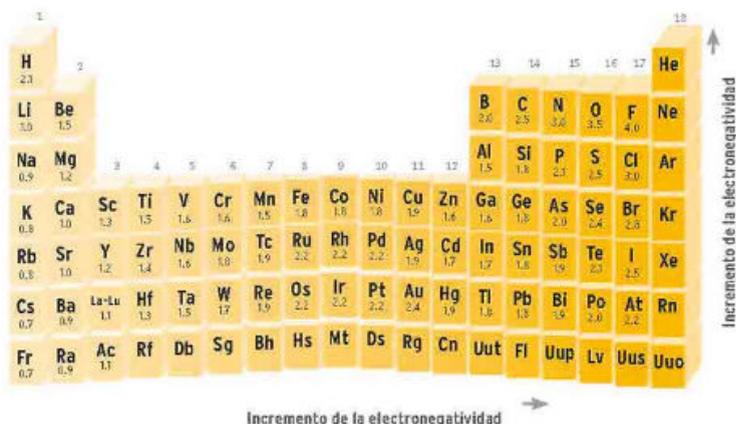
Fue un científico consciente del impacto que la ciencia tiene en la sociedad, se opuso enérgicamente a las pruebas de bombas atómicas y a la carrera armamentista. Durante la Segunda Guerra Mundial recibió la oferta de encabezar el Departamento de Química del proyecto Manhattan, que llevó a la construcción de la bomba atómica, pero Pauling la rechazó. Su lucha pacifista le valió obtener el premio Nobel de la Paz en 1962.

Es la única persona que ha recibido dos premios Nobel sin compartirlos con otros premiados.

### La tabla de electronegatividad

Observa la tabla periódica en la que se indican los valores de electronegatividad propuestos por Linus Carl Pauling (figura 3.29). En un grupo, la electronegatividad disminuye cuando aumenta el número atómico y en un periodo aumenta con el incremento del número atómico. Observa que el elemento con menor electronegatividad es el francio (Fr), que se localiza en el extremo inferior izquierdo, y el que tiene la mayor electronegatividad es el flúor (F), que se localiza en el otro extremo (antes del grupo 18, conocido como grupo de los gases nobles). Nota que debido a que los gases nobles casi nunca forman enlaces con otros elementos, su electronegatividad no se puede establecer claramente, ya que ésta se refiere a la capacidad de un átomo de atraer electrones hacia sí cuando está formando un enlace.

Figura 3.29 Tabla periódica con los valores de electronegatividad de Pauling.



### Tipos de enlace por diferencia de electronegatividad

Recordarás que dos modelos importantes son el del enlace iónico y el covalente, que nos permiten explicar las propiedades de muchos de los compuestos considerando la electronegatividad de los átomos que participan en el enlace. Por ejemplo, ¿qué sucede cuando se forma un enlace entre un elemento como el cloro (Cl) que tiene una electronegatividad alta (3.0) con un elemento como el sodio (Na) que tiene una electronegatividad baja (0.9)? En este caso el electrón del sodio se transfiere al cloro, con lo que ambos átomos forman una estructura menos reactiva. La mezcla de cloruro de sodio en agua conduce bien la corriente eléctrica, por lo que podemos decir que hay cargas móviles, lo que no sucede con el sólido. Por ello se dice que en casos como éste se forma un enlace iónico.

En general, cuando las diferencias de electronegatividad de los átomos que forman un enlace son muy grandes se considera que el enlace corresponde al tipo iónico.

#### Enlace iónico

En un enlace 100% iónico (figura 3.30) uno de los átomos atrae a los electrones del enlace y, por tanto, adquiere una carga negativa, mientras que el otro átomo adquiere una carga positiva: es el caso de la sal común (NaCl).

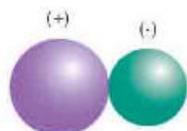


Figura 3.30 Enlace iónico.

La mayor parte de los enlaces se encuentran entre estos dos extremos (figura 3.32 de la página 155).

#### Enlace covalente

En un enlace 100% covalente (figura 3.31) los electrones son compartidos por los dos átomos en la misma proporción. Esto sucede cuando los átomos son iguales, como en la molécula de hidrógeno (H<sub>2</sub>).

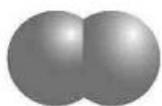


Figura 3.31 Enlace covalente.

El átomo de sodio pierde un electrón por lo que se carga positivamente y el de cloro gana un electrón por lo que se carga negativamente, formando iones: los positivos se llaman cationes y los negativos, aniones. Ésta es la razón por la cual al unirse los átomos de sodio y los de cloro para formar el cristal iónico de cloruro de sodio, los cationes son los Na<sup>+</sup> y los aniones los Cl<sup>-</sup>. Es diferente el caso de las moléculas como O<sub>2</sub> y N<sub>2</sub>, el enlace se forma entre dos átomos con la misma electronegatividad y ninguno atrae más a los electrones por lo que el enlace es 100% covalente. Cuando las electronegatividades no son muy diferentes, como en el caso de CO, CO<sub>2</sub> o NO, el enlace es de tipo intermedio, entre covalente e iónico y se le llama *covalente polar*.

Para usar la escala de electronegatividad de Pauling toma en cuenta que varía de 0.7 a 4.0, y el rango de diferencia de electronegatividades posible va de 0.0 para enlaces 100% covalentes a 3.3 para enlaces 100% iónicos (figura 3.33). Sin embargo, la naturaleza pocas veces es tan sencilla y esta vez no es la excepción, pues muchos compuestos a pesar de tener enlaces con diferencias de electronegatividad más cercanas a 3.3 que a 0.0, no necesariamente tienen propiedades de compuestos iónicos. A pesar de esto, el modelo de Pauling de enlace basado en diferencias de electronegatividad es tan bueno, que permite explicar razonablemente bien las propiedades que tiene un compuesto.

Como ya hemos comentado, en la mayoría de los casos, cuando los elementos forman enlaces para formar compuestos, tienden a perder, a ganar o a compartir electrones de manera que tienen el mismo número de electrones que un gas noble, que es la configuración más estable: como el neón (Ne) y el argón (Ar) que tienen ocho electrones en su capa de valencia. En el caso del litio (Li) y el berilio (Be) tienden a perder uno y dos electrones respectivamente para adquirir la configuración electrónica del helio (He); en estos casos la regla del octeto es más bien la regla del dueto. La regla del octeto nos ayuda también a comprender por qué la fórmula del cloruro de magnesio es MgCl<sub>2</sub> y no otra como MgCl o Mg<sub>2</sub>Cl.

Para tener la configuración del neón, el magnesio (Mg) debe perder dos electrones y convertirse en un catión **divalente** Mg<sup>2+</sup> y como ya vimos, cada átomo de cloro (Cl) necesita ganar un electrón para tener la configuración electrónica del argón. Por esto, al formarse el cloruro de magnesio, los átomos se combinan en una relación de 1 de magnesio por 2 de cloro y su fórmula química es MgCl<sub>2</sub>. Si se combina el magnesio con el flúor, la situación es la misma y el compuesto formado es el MgF<sub>2</sub>. Nota cómo la tendencia a perder o ganar electrones que mencionamos también está relacionada con la electronegatividad asignada por Pauling.

Por sus grandes aportaciones al conocimiento del enlace químico para explicar cómo están constituidas las moléculas y los compuestos, los trabajos de Lewis y de Pauling se consideran la base de la *tercera revolución de la química*.

### Uso de la tabla de electronegatividad

El enlace que hay entre Na y Cl (con electronegatividades 0.9 y 3.0, respectivamente) se considera iónico, ya que la diferencia de electronegatividades en la escala de Pauling es 2.1 que es mayor a 1.6. El enlace iónico se forma cuando la diferencia de las electronegatividades de los dos átomos que participan es mayor que 1.6.



Figura 3.32 El carácter iónico o covalente de un enlace químico entre dos átomos se puede estimar de acuerdo a la escala de electronegatividad de Pauling, tomando la diferencia de electronegatividades de los átomos que participan en el enlace.

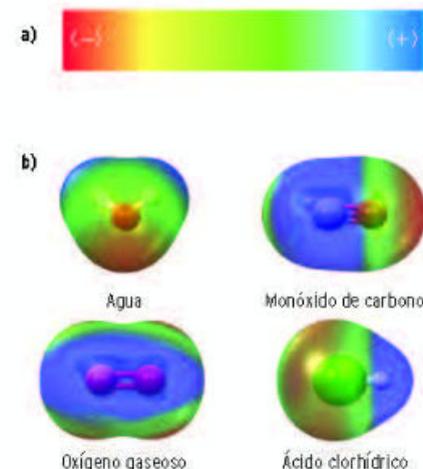


Figura 3.33 Actualmente también se utiliza una escala de colores como la de la figura del inciso a). En ésta, el rojo representa concentración de carga negativa, mientras que el azul su deficiencia. Los demás colores representan situaciones intermedias entre estos extremos. Esta representación se conoce como Mapa de Potencial Electrostático (MPE), de la cual se muestran unos ejemplos en b). Para construir su escala, Pauling tomó en cuenta energías de enlace de moléculas diatómicas. En estos mapas se tienen en cuenta todos los electrones de moléculas poliatómicas, independientemente si participan o no en algún enlace.

**divalente.** Que tiene dos valores, o de valor dos.

Un enlace iónico como el del NaCl es muy estable y por tanto difícil de romper. Por esta razón el NaCl es un compuesto tan abundante ya que, una vez formado, será difícil que se descomponga. De hecho, para fundir un cristal de NaCl hay que calentarlo a más de 800 °C. Esto nos da una idea de la gran energía contenida en los enlaces químicos.

Veamos ahora algunos compuestos con enlaces de tipo covalente. Recordarás que en las reacciones de combustión, los productos más comunes son el agua (H<sub>2</sub>O) y el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). Con base en las estructuras de Lewis, es posible darse cuenta que cada átomo cumple con la regla del octeto al enlazarse, pudiendo formar enlaces sencillos (compartiendo un par de electrones) o dobles (se comparten dos pares de electrones entre dos átomos).



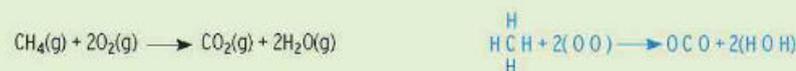
**Actividad**

**Analiza e infiere: ¿Para qué sirve la tabla de electronegatividad?**

En la actividad de la página 84 de la Secuencia 7 dibujaste con los puntos de Lewis algunos compuestos como MgH<sub>2</sub>, NaBr y CaO. También estudiaste la reacción química en la Secuencia 12 en la que hay ruptura y formación de enlaces químicos. Ahora, con lo que has estudiado en esta secuencia, podrás representar con puntos de Lewis los enlaces que se rompen y se forman, así como analizar si son iónicos o covalentes de acuerdo con su diferencia de electronegatividad.

1. En la siguiente ecuación química coloca los puntos que representan los electrones de valencia de acuerdo con el modelo de Lewis. Enseguida completa la tabla 3.5 utilizando la tabla de electronegatividad de la página 154.

Tabla 3.5 Reacción de combustión del metano



Enlace	Cantidad de enlaces	¿Se rompe o se forma?	Diferencia de electronegatividad	Tipo de enlace
CH				
OO				
OH				
CO				

2. Efectúa un análisis similar para las siguientes ecuaciones. Asegúrate que cumplen con la Ley de conservación de la masa, es decir, balancéalas.  
 a)  $\text{Na} + \text{O}_2 \longrightarrow \text{Na}_2\text{O}$       b)  $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2$
3. Compara tus representaciones con las de algún compañero y si hay diferencias, analicen sus respuestas.

Entre todo el grupo concluyan, ¿para qué sirve conocer la tabla de electronegatividad?

Como lo habrás visto en la actividad anterior, la diferencia de electronegatividades depende de los átomos que forman enlaces, por ejemplo entre el carbono (2.5) y el oxígeno (3.5) la diferencia de electronegatividad es 1.0, lo que nos indica que estos átomos se enlazan de manera covalente. En general, para estudiar cuáles son los tipos de enlaces en una molécula es necesario tomar en cuenta cada par de átomos que los están formando y considerar la diferencia de electronegatividades como uno de los modelos más usados por su versatilidad.



**Actividad**

**Reflexiona: ¿Por qué se considera que la ciencia es un trabajo colaborativo?**

En ésta y otras secuencias hemos hablado del trabajo cuidadoso que han desarrollado varios científicos para sistematizar sus resultados y proponer nuevas teorías y modelos, y también de cómo los trabajos de unos científicos pueden ayudar al desarrollo del trabajo de otros. A menudo, en los trabajos científicos, es necesario buscar la relación entre cosas aparentemente diferentes, por ejemplo, las estructuras de Lewis con las energías de enlace de Thomsen, de la manera en la que los hizo Pauling para explicar la formación de enlaces y aun predecir algunas propiedades de las sustancias.

Otro tanto puede decirse de la idea de Lavoisier de explicar la combustión (y el fuego) con el oxígeno, y reconocer que aun en casos donde el sentido común le decía que se perdía masa, encontró que ésta permanecía constante si se impedía el escape de los gases de sus experimentos. O de la idea genial de organizar de manera sistemática los datos de masas atómicas y las capacidades de combinación de los óxidos de elementos de Mendeleiev, lo que permitió consolidar el concepto de periodicidad que lo llevó a formular una de las primeras tablas periódicas.

Entre todo el grupo, reflexionen sobre los siguientes puntos. ¿En qué sentido las aportaciones anteriores han sido revolucionarias? ¿Qué ha cambiado desde entonces en la forma de pensar de los científicos? ¿Los modelos propuestos en la tercera revolución de la química son definitivos?, ¿por qué?



**Actividad de cierre**

**Aplica: ¿Cómo relacionar la diferencia de la electronegatividad con la temperatura de ebullición?**

En equipo resuelvan.

1. Calculen la diferencia de electronegatividad del o los enlaces de los compuestos de la tabla 3.6.

Tabla 3.6 Diferencia de electronegatividades y punto de fusión de algunos compuestos

Compuesto	Punto de ebullición, °C	Diferencia de electronegatividad
CaCl <sub>2</sub>	1045	
CaF <sub>2</sub>	1418	
F <sub>2</sub>	-220	
NaCl	801	
NO	-164	
PCl <sub>5</sub>	166.8	

2. En su cuaderno, ordénelos de acuerdo a la diferencia de electronegatividad en sus enlaces.
3. Observen en la tabla que, en general, a mayor diferencia de electronegatividad mayor es el carácter iónico de un enlace; y, como consecuencia, se puede esperar que su temperatura de ebullición sea mayor mientras mayor sea la diferencia de electronegatividad. ¿Qué relación hay entre el tipo de enlace que presentan los compuestos con su temperatura de ebullición?, ¿sirve el modelo de electronegatividad para explicarlo?

**Aprendizajes logrados**

Ahora puedes explicar por qué el cloruro de sodio es un compuesto tan abundante; por qué las moléculas de nitrógeno y de oxígeno son diatómicas. Entiendes que los compuestos y moléculas se forman porque de esa forma su configuración electrónica es más estable. Explicas el concepto de electronegatividad; comprendes que los valores de electronegatividad de los átomos determinan el tipo de enlace que se forma entre ellos. Asimismo, puedes argumentar por qué es importante sistematizar el conocimiento científico.



**Perspectivas**

Para tu proyecto reflexiona sobre los procesos químicos que llevaron a la producción de los jabones actuales.

¿Cómo se aplica el concepto de electronegatividad en la saponificación?

# Comparación y representación de escalas de medida

## Escalas y representación

### Aprendizajes esperados

- Compara la escala astronómica y la microscópica considerando la escala humana como punto de referencia.
- Relaciona la masa de las sustancias con el mol para determinar la cantidad de sustancia.

La mayoría de los seres humanos adultos miden menos de dos metros de altura y tienen una masa entre 35 y 80 kilogramos, cantidades que nos resultan fáciles de asimilar. Pero, ¿cómo puedes imaginar y expresar en kilogramos la masa de la Tierra o de una molécula de agua? En esta secuencia aprenderás algunas maneras en que la ciencia traduce las dimensiones microscópicas y cósmicas a una forma entendible a escala humana, y cómo en la química se traduce el mundo atómico y molecular a lo que podemos manejar con nuestras manos, mediante un nuevo concepto relacionado con la cantidad de sustancia: el mol.

### Actividad de inicio

#### Reflexiona: ¿Qué es una escala?

Estas imágenes corresponden a objetos muy pequeños como una muestra de zeolita (figura 3.34) a través de un microscopio electrónico, o muy grandes como el territorio de México representado en el mapa (figura 3.35). En ambos casos, para poder representar estas dimensiones se requiere establecer una *escala*, como la que aparece en las imágenes. En el mapa, por ejemplo, nos indica a cuántos kilómetros corresponde 1 cm.

De igual manera, en la foto del microscopio electrónico que aparece a la izquierda, se indica que cada centímetro del campo visual equivale a 0.000 000 001 centímetros.



**Figura 3.34** Las zeolitas se utilizan para acelerar las reacciones en las plantas petroquímicas.



**Figura 3.35** Áreas Naturales Protegidas de México.

1. Busca una foto tuya en tamaño infantil o considera la que tienes en tu credencial; ¿cuál es la escala en una foto de este tipo? ¿cómo puedes determinarla?
2. Un microgramo equivale a 0.000 000 001 kilogramos; la distancia entre la Tierra y la Luna es de unos 380 000 000 metros. ¿Cómo se pueden escribir estos números en forma más sencilla?

### Escalas

Si te pidieran contar cuántos profesores hay en tu escuela o cuántos estudiantes en tu salón de clases, podrías hacerlo fácilmente. Pero si te pidieran que contaras cuántos frijoles hay en una cubeta llena de estas semillas, o cuántos cabellos hay en la cabeza de algún amigo, necesitarías mucho más tiempo y esfuerzo.

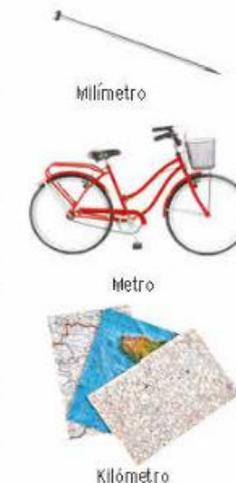
¿Te imaginas cómo podrían contarse átomos y moléculas que son diez millones de veces más pequeños que el grosor de un cabello humano?

Los científicos han resuelto este problema de una manera semejante a como lo hacen los comerciantes, que desde hace miles de años se las ingeniaron para vender sus productos: creando medidas patrón, ya sea con recipientes de volumen conocido, o bien, pesando. Todavía en los mercados podemos comprar cacahuates con base en lo que cabe en un recipiente o en una bolsa. ¿Te imaginas si los frijoles o el arroz se vendieran por pieza? Los puestos donde se venden semillas tendrían filas larguísimas. Como te habrás imaginado, se venden por kilogramo y aunque haya frijoles o arroces de mayor o menor tamaño, la masa vendida es la misma, por lo que nadie replica si en la bolsa hay unos cuantos frijoles o arroces de más o de menos.

Las dimensiones que son más fáciles de comprender son las cercanas a nuestro propio tamaño, que es del orden de metros. Si dividimos un metro en 1 000 partes para tener un milímetro, aún podemos verlo, ya que es como la cabeza de un alfiler o el ancho del corte de una segueta para cortar metal (figura 3.36). Si multiplicamos un metro por 1 000 para tener un kilómetro tampoco nos resulta problemático, porque es una distancia que caminamos fácilmente. Lo que nos resulta más difícil de imaginar son cantidades mucho más pequeñas o mucho más grandes. Por ejemplo, si dividimos un milímetro en mil tendremos un micrómetro, cuyo símbolo es  $\mu\text{m}$  (el prefijo “ $\mu$ ” significa micro y es una millonésima parte), y si dividimos entre mil un micrómetro, el resultado es un nanómetro (nm), esto es,  $10^{-9}$  metros (en notación científica) o 0.000 000 001 metros (aquí el prefijo es “n” que significa nano). El tamaño de algunas de nuestras células, como los glóbulos rojos, es del orden de algunos micrómetros. Y si nos vamos a lo grande, poco menos de un millón de metros es la distancia en línea recta entre las ciudades de Guadalajara y Nuevo Laredo (figura 3.37).

Los registros de medidas más antiguos a menudo han utilizado como referencia magnitudes que podemos comparar con nuestro cuerpo: codos, varas, pies, pulgadas, etcétera. Éstos han sido herramientas para medir y comparar de manera que logremos comprender lo que nos rodea. Utilizando como referencia al ser humano, hemos estimado lo muy pequeño y lo inimaginablemente grande. Observa nuevamente la figura 3.37:

**Figura 3.37** Secuencia de escalas de tamaño.



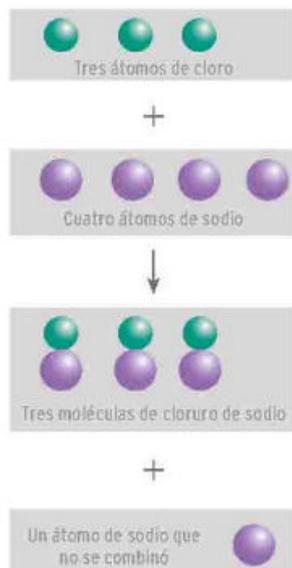
**Figura 3.36** Magnitudes que podemos comprender más fácilmente.

### Perspectivas

En tus cursos de Matemáticas estudiaste la notación científica y las leyes de los exponentes, así como su aplicación para resolver problemas. En esta notación, los números que son muy grandes o muy pequeños se expresan con potencias de 10.

Además, recuerda que para referirse a múltiplos y submúltiplos de unidades se utilizan símbolos como prefijos. Por ejemplo, m = mili = milésima parte y k = kilo = mil veces. Así, una milésima parte de 1 m es 1 milímetro, o sea, 1 mm. Por su parte, 1 000 gramos se escribe 1 000 g, o su equivalente con prefijo, 1 kg.

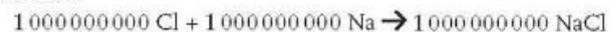




**Figura 3.40** En una reacción química el reactivo que entra en menor proporción (en este caso el Cl) es el que marca la pauta para saber cuánto producto podremos obtener. El reactivo sobrante (en este caso el Na) queda sin reaccionar.

Utilizando una ecuación química podríamos decir:  $\text{Cl} + \text{Na} \rightarrow \text{NaCl}$

Si usamos más átomos de sodio o de cloro que los indicados, no necesariamente tendríamos más cantidad de cloruro de sodio, simplemente sobrarían más átomos de uno de los dos porque estos siempre se combinan en la misma proporción (figura 3.40). Ahora, si mantenemos la relación anterior aumentando la cantidad de átomos de sodio y cloro, ¿qué pasaría si por ejemplo, en lugar de tener un átomo de cloro y un átomo de sodio, tuviéramos mil millones de átomos de cloro y de sodio? Considerando la ecuación anterior:



las masas de los átomos de cloro y sodio, considerando sus neutrones, protones y electrones son  $5.88 \times 10^{-26} \text{ kg}$  en el caso del cloro, y  $3.82 \times 10^{-26} \text{ kg}$  en el caso del sodio, por lo que para los mil millones de átomos tendríamos:

$$5.88 \times 10^{-17} \text{ kg Cl} + 3.82 \times 10^{-17} \text{ kg Na} = 9.7 \times 10^{-17} \text{ kg NaCl}$$

Aún se trata de masas muy pequeñas que no podemos pesar en ninguna balanza. Sin embargo, podemos darnos cuenta de que si aumentamos la cantidad de átomos que estudiamos estamos más cerca de tener cantidades que se puedan medir realmente. Para estudiar las sustancias y las reacciones químicas en las que intervienen átomos y moléculas, los químicos han propuesto una forma de medirlos por medio de una magnitud llamada *cantidad de sustancia* —que es una magnitud fundamental, como también lo son la masa y la longitud—, cuya unidad es el mol.

En tu curso de Ciencias 2 viste que para que el kilogramo se utilizara como la unidad de masa se buscó una manera en que la medida fuera lo mismo para todos. En el caso del mol se hizo algo parecido, los científicos se pusieron de acuerdo para definirlo y acordaron que un mol contuviera el número de átomos que se encuentra en una masa igual a la de 12.0 g de carbono  $^{12}\text{C}$ . Este número de átomos es  $6.022\,14 \times 10^{23}$ . Es decir, si tienes esta cantidad de átomos de carbono juntos, tendrás 12 g de carbono, que es una cantidad que puedes pesar perfectamente en una balanza. Es por esto que cada que se refiere a un mol de cualquier sustancia, se está refiriendo de manera indirecta, a la cantidad de partículas que contiene. ¿Cómo podríamos saber cuántas moléculas de  $\text{H}_2\text{O}$  hay en 18 gramos de agua?

Cabe hacer una aclaración, aunque las partículas de elección en el caso de las reacciones químicas son átomos y moléculas, también puede aplicarse a otro tipo de partículas, por ejemplo, electrones, fotones, iones, etcétera. Por lo que cuando se hable de moles en términos de partículas, debe decirse de qué partícula se trata. Por ejemplo:

- Un mol de átomos son  $6.022\,14 \times 10^{23}$  átomos
- Un mol de moléculas son  $6.022\,14 \times 10^{23}$  moléculas
- Un mol de electrones son  $6.022\,14 \times 10^{23}$  electrones

Puede pensarse que el mol es una unidad de conteo (parecida por ejemplo a las docenas con las que se miden aún las mercancías en algunos lugares), si éste fuera el caso, podríamos tener moles de cualquier cosa:

- Un mol de naranjas son  $6.022\,14 \times 10^{23}$  naranjas
- Un mol de monedas son  $6.022\,14 \times 10^{23}$  monedas

**Te invito a...**

Leer el artículo de Corso, Hugo Luis, Fabiana Cristina Gennari y Julio José Andrade-Gamboa, "Se busca una magnitud para la unidad mol", en *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, vol. 3, núm. 2, 2006, disponible en [www.edutics.mx/J7d](http://www.edutics.mx/J7d) (Consulta: 21 de enero de 2019).

¿Qué tan grande es un mol?, imagínate si pudieras hacer una fila con un mol de monedas de un peso: formarías una línea de ¡ $1.2 \times 10^{19}$  kilómetros de largo! Suponiendo que pudieras poner una moneda cada décima de segundo, ¿cuánto tardarías?, ¿alcanzarías a hacerlo en la duración de una vida humana?

El número  $6.022\,14 \times 10^{23}$  partículas —presentes en un mol— se ha obtenido mediante varios experimentos, y puede decirse que el resultado ha sido el mismo. A este número también se le ha llamado constante de Avogadro ( $N_A$ ), pero hay que aclarar que él nunca hizo ningún intento por definir este número (de hecho, la propuesta de nombre fue hecha por un ganador del Nobel de Física llamado Jean Perrin).

**Experimenta: ¿Es posible relacionar la masa de las sustancias con el mol para determinar la cantidad de sustancia?**

**Introducción**

En esta actividad contaremos frijoles como un modelo de lo que sería contar átomos si pudiéramos verlos y tocarlos (figura 3.41).

**Material**

- Un kilogramo de frijol
- Una balanza de máximo 1 kg de capacidad
- Un vaso pequeño



**Figura 3.41** Cantidad de sustancia y masa, con frijoles como ejemplo.

**Método**

1. En equipo:
  - a) Escriban una hipótesis respondiendo a lo siguiente. ¿Cuántos frijoles creen que haya en un paquete de un kilogramo?, ¿cuántos creen que se necesitan para llenar el vaso?
  - b) Llenen el vaso al ras con frijoles de la bolsa y cuéntenlos. Anoten el resultado en la columna "A" (primera columna de la tabla siguiente). ¿Se aproxima el número de frijoles que contiene un vaso con su hipótesis?, ¿por qué creen que es así?

A. Número de frijoles que caben en el vaso	B. Masa promedio de un frijol	C. Masa de los frijoles que caben en el vaso	D. Número de montones de frijoles (cantidad de sustancia)	E. Masa total de frijoles

- c) Coloquen cien frijoles en la balanza, determinen su masa y divídanla entre 100 para determinar la masa promedio de un frijol en gramos. Escriban el resultado en la columna "B" de la misma tabla.
- d) Obtengan la masa de los frijoles que caben en el vaso multiplicando la cantidad de frijoles que contaron (columna "A") por la masa del frijol (columna "B"). Escriban el resultado en la columna "C" de la tabla.
- e) Ahora coloquen sobre una mesa todos los montones que se puedan formar a partir del kilogramo, midiendo cada montón con el vaso. Deben ser vasos llenos, si no se completa el último, no lo tomen en cuenta. Escriban el resultado en la columna "D" de la tabla.
- f) Calculen la masa total de frijoles multiplicando la masa de los frijoles que caben en el vaso (columna "C") por el número de montones que resultaron (columna "D"). Escriban el resultado en la columna "E" para completar la tabla.
- g) ¿Cuántos frijoles había en un kilogramo y cuántos se necesitan para llenar un vaso? Contrasten sus resultados con su hipótesis.

2. Cantidad de sustancia y masa, con átomos de oxígeno como ejemplo.

a) Anoten el número de Avogadro en la columna "A" (primera columna) de la siguiente tabla.

A. Número de átomos de oxígeno en un mol	B. Masa de un átomo de oxígeno	C. Masa de los átomos de oxígeno que hay en un mol	D. Moles de oxígeno (cantidad de sustancia)	E. Masa total de oxígeno

b) Calculen la masa de un átomo de oxígeno utilizando la información sobre las masas de las partículas subatómicas (página 161):  
 masa de un átomo de oxígeno = masa de 8 electrones + masa de 8 protones  
 + masa de 8 neutrones

c) y anoten el resultado en la columna "B" de la tabla.

d) Obtengan la masa de los átomos de oxígeno que caben en un mol multiplicando el número de Avogadro (columna "A") por la masa del átomo de oxígeno (columna "B"). Escriban el resultado en la columna "C" de la tabla.

e) Escriban en la columna "D" el número de montones de frijoles que resultaron (columna "D") de la primera tabla.

f) Calculen la masa total de oxígeno multiplicando la masa de los átomos de oxígeno que hay en un mol (columna "C") por el número de moles de oxígeno (columna "D"). Escriban el resultado en la columna "E" de la tabla.

g) Respondan, si la masa de un átomo de oxígeno fuera la de un frijol, ¿cuál sería la masa de un mol de átomos de oxígeno?

**Análisis de resultados y conclusiones**

- ¿Qué diferencias o semejanzas encuentran entre las dos tablas?
- ¿Qué analogías encuentran al relacionar las dos tablas con su contenido columna a columna? ¿Cómo las interpretan?
- ¿Qué resultado se obtiene de dividir el valor que hay en la columna "E" entre el valor que está en la columna "D" de ambas tablas? ¿Por qué se considera la columna "A" de cada tabla la unidad de cantidad de sustancia en cada caso?
- De forma grupal analicen, ¿qué utilidad tiene el mol?



**Perspectivas**  
 Recuerda de tu curso de Ciencias 2 la diferencia entre masa y peso. ¿Qué estás midiendo con la balanza, masa o peso?

Aunque no es del todo evidente, el uso de la constante de Avogadro para relacionar partículas con masas medibles es una ventaja cuando queremos explicar y predecir las masas de las sustancias que reaccionan o se producen en una reacción. Veamos cuál es la relación entre las masas de los átomos y la masa molar. En páginas anteriores vimos que la masa de un átomo de carbono es  $2 \sum 10^{-26} \text{ kg}$ . Si multiplicas este valor por la constante de Avogadro:

$$(2 \sum 10^{-26} \text{ kg}) \sum (6.022 \cdot 10^{23}) = 0.012 \text{ kg} = 12 \text{ gramos de carbono}$$

Date cuenta que puedes utilizar la masa atómica relativa de un átomo (que encuentras en la tabla periódica) para calcular su masa molar. Por ejemplo, usando el mismo procedimiento que usaste para el carbono en el caso del sodio:

$$(\text{Masa del átomo de sodio}) \sum N_A = \text{masa molar del sodio}$$

$$(3.86 \sum 10^{-26} \text{ kg}) \sum (6.022 \cdot 10^{23}) = 0.023 \text{ kg} = 23 \text{ gramos de sodio}$$

De esta manera podemos contar indirectamente cuántas partículas –tan pequeñas como átomos y moléculas– hay en una determinada masa de sustancia. *Cuando tienes una cantidad en gramos igual a la masa atómica de un elemento químico, entonces tienes un mol de dicho elemento, y si no tienes exactamente la masa equivalente a un mol, puedes*

calcular cuántos moles tienes. Veamos algunos ejemplos de sustancias puras en la tabla 3.8: elementos y compuestos (figura 3.42).

**Tabla 3.8 Masa atómica o molecular relativas y masa molar de algunas sustancias.**

Sustancia	Masa atómica relativa o masa molecular relativa	Masa molar (gramos) del elemento o compuesto	Cantidad de sustancia en moles
Oxígeno (O)	15.9994	15.9994	Un mol
Oxígeno molecular (O <sub>2</sub> )	15.9994 × 2 = 31.9988	31.9988	Un mol
Óxido férrico (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	(55.845 × 2) + (15.9994 × 3) = 159.6882	159.6882	Un mol
Agua (H <sub>2</sub> O)	(2 × 1.00794) + 15.9994 = 18.01528	18.01528	Un mol



m = 37.5 g

**Figura 3.42** Un centenario, una moneda de oro mexicana tiene 37.5 g de este elemento. ¿Cuántos moles de oro (Au) hay en un centenario?

Si eres observador, notarás que la masa atómica del carbono que aparece en la tabla periódica es 12.01, y la del sodio es de 22.98 y no 12 y 23 respectivamente. Esta diferencia se debe a que la mayoría de los elementos tienen isótopos. En el caso del carbono se conocen el carbono 12 que es el más abundante, el carbono 13 y el carbono 14.

**Actividad**

**Reflexiona: ¿Cuándo se usa el mol como unidad de cantidad de sustancia?**

Lee el texto y reflexiona en torno a las preguntas.

La cloración del agua es clave para mantenerla en óptimas condiciones sanitarias, sin embargo, clorarla de más o de menos implica un riesgo; por ejemplo, poner una cantidad menor a la necesaria de cloro permitiría el desarrollo de bacterias potencialmente peligrosas, pero si hay demasiado cloro podrían corroerse las tuberías y aún ser tóxico. Tradicionalmente el cloro se dosifica en partes por millón. ¿Crees que podría funcionar utilizar moles de cloro por litro de agua como referencia para dosificarlo? ¿Qué desventajas representaría el uso de esta forma de dosificarlo? ¿Qué tendría que saber la gente encargada de los sistemas de potabilización para aplicar apropiadamente el cloro?

**Perspectivas**

Recuerda que las siguientes preguntas te pueden orientar para la elección de tu tema de proyecto de fin de bloque.

¿Cómo ayudaría el concepto de mol para calcular la cantidad de ingredientes para producir jabón?

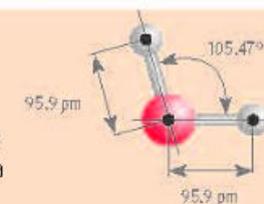
¿Crees que sería útil que el aporte energético de los alimentos se expresara en calorías por mol?

**Actividad de cierre**

**Aplica: ¿Puedes calcular cuánta agua hay en tu cuerpo?**

Responde en tu bitácora con base en lo que sabes ahora.

- La figura 3.43 es una representación a escala de una molécula de agua. ¿A cuántos picómetros equivale cada centímetro en esta figura? ¿Cuál es la escala que estamos utilizando? Utiliza una regla para medir las distancias.
- Si consideramos que nuestro cuerpo es un 70% en masa de agua aproximadamente, con base en tu masa, ¿cuántos moles de agua contiene tu cuerpo? Como ya vimos en la actividad de la página 160, en tan sólo 18 g de agua se tiene un mol de moléculas de H<sub>2</sub>O. Expresa en notación científica los moles de agua y moléculas de agua que hay en tu cuerpo. Comparte tus respuestas con algunos compañeros.



**Figura 3.43** Representación de la molécula de agua.

**Aprendizajes logrados**

Puedes comparar las dimensiones de un ser humano con otras magnitudes muy diferentes y usar diferentes escalas para representar objetos muy grandes o muy pequeños. Comprendes la utilidad de usar el mol como unidad de cantidad de sustancia.

**Proyecto**  
Ahora tú explora,  
experimenta y actúa.  
Integración y aplicación



## Proyecto 3

### Aprendizajes esperados

- Selecciona hechos y conocimientos para planear la explicación de fenómenos químicos que respondan a interrogantes o resolver situaciones problemáticas referentes a la transformación de los materiales.
- Sistematiza la información de su investigación con el fin de que elabore conclusiones, a partir de gráficas, experimentos y modelos.
- Comunica los resultados de su proyecto de diversas maneras utilizando el lenguaje químico, y propone alternativas de solución a los problemas planteados.
- Evalúa procesos y productos de su proyecto, y considera la efectividad y el costo de los procesos químicos investigados.

En el bloque 3 “La transformación de los materiales: la reacción química”, estudiaron cómo se transforman las sustancias unas en otras y cómo pueden representarse dichos cambios mediante ecuaciones químicas. Reflexionaron sobre el hecho de que las sustancias se transforman en otras porque sus átomos se reacomodan, rompiendo y formando enlaces y liberando o absorbiendo energía. También aprendieron a representar los enlaces entre los átomos mediante las estructuras de Lewis. Como un ejemplo de la transformación de sustancias y liberación de energía, revisaron el caso de los alimentos, cuyos nutrimentos se transforman en sustancias útiles para nuestro cuerpo y gracias a la ruptura de enlaces presentes en ellos se libera la energía que utilizamos para realizar nuestras actividades. Conforme fueron avanzando respondieron las secciones Perspectivas, al final de cada secuencia, que les será útil para desarrollar los proyectos.

Los siguientes pueden ser temas de investigación de este bloque:

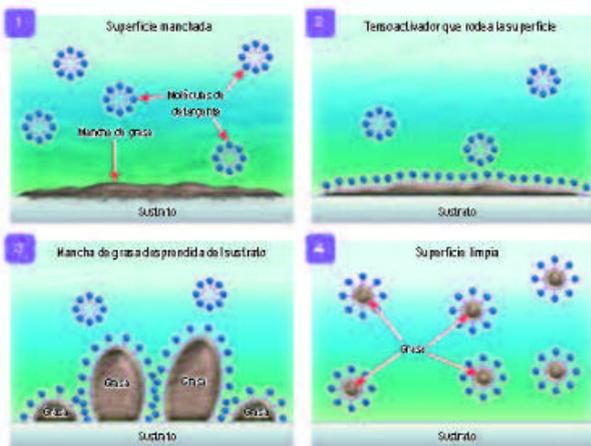
- ¿Cómo elaborar jabones?
- ¿De dónde obtiene la energía el cuerpo humano?



Además de las preguntas anteriores, les proponemos otras opciones. Recuerden que ustedes pueden elegir otra diferente.

¿Recuerdan de dónde obtenemos la energía para realizar nuestras funciones? Los alimentos nos proporcionan diferentes cantidades de energía. En las etiquetas de muchos alimentos procesados se indica la energía que proporcionan, como viste en la secuencia 13. Las unidades más comunes son las calorías, las kilocalorías o los kilojoules (kJ). Recordarás que una Caloría “con mayúscula” es lo mismo que mil calorías “con minúscula”, por lo que es igual a una kilocaloría. La IUPAC ha decretado que las unidades de energía que se deben utilizar son los joules. Una caloría son 4184 joules, y una Caloría son 4184 kJ. Observa la tabla de la página 145. Se presenta la cantidad de kilocaloría (kcal) que contienen algunos de los alimentos que consumimos frecuentemente. Analiza tus cálculos para relacionar lo anterior con las calorías por gramo (cal/g) de alimento. ¿Les interesa saber más de este tema?

¿Quiéren saber cómo se fabrican los jabones que utilizan diariamente? Son producto de una reacción química entre aceites (líquidos) o grasas (sólidas) y una base muy fuerte (como sosa, NaOH) (figura 3.44). Todos los jabones se producen de la misma forma y las variaciones entre ellos dependen del tipo de aceites o



**Figura 3.44** Mecanismo de funcionamiento del jabón. 1. Al añadir jabón al agua, sus moléculas se agrupan entre sí, la parte soluble en agua representada por la bolita negra en contacto con el agua y la parte soluble en grasa (la línea unida a la bolita) escondiéndose de ella, ya que es insoluble. 2. Cuando hay una mancha de grasa en la superficie, la parte insoluble en agua de las moléculas de jabón se adhiere a ella, ya que es soluble en grasa. 3. La parte soluble en agua de las moléculas de jabón sigue en contacto con el agua, que las arrastra y se lleva consigo la grasa. 4. Con el enjuague, el jabón que rodea a la grasa se elimina y la superficie queda limpia.

grasas usados como materia prima, de los perfumes que se les añaden, y de otros aditivos y colorantes. A este tipo de reacciones químicas se les conoce como *reacciones de saponificación*. Los productos de estas reacciones son moléculas muy largas, en las que una parte es soluble en agua y la otra es soluble en grasa. Es debido a esta singular propiedad que el jabón puede lavar y es eficiente para eliminar manchas de grasa (figura 3.45).

Cualquiera que sea el tema que elijan, el proyecto que prefieran debe relacionarse con transformaciones químicas. En el caso de la energía obtenida de los alimentos, podrían preguntarse si su dieta les aporta la cantidad adecuada de calorías y registrar todo lo que comen, es decir, su dieta, por una semana y analizar cuánta energía les aportan los alimentos que consumieron (utilicen las tablas que se encuentran en la secuencia 13). Para complementar el proyecto, pueden utilizar la tabla 3.3 para saber cuántas calorías requieren diariamente (para mayor exactitud multipliquen su peso por la ración media de kcal dado en kg. Por ejemplo, si un varón pesa 50 kg, mide 157 cm y tiene 14 años, debe multiplicar  $50 \times 55 = 2750$  kcal/día). Analicen si la cantidad de calorías que consumen en su dieta es mayor, menor o igual a la que requieren y discutan cuáles son las consecuencias del tipo de alimentación que llevan, tanto en la obtención adecuada de nutrientes como en aporte de energía (tabla 3.9).

**Tabla 3.9** Ingesta aproximada de kcal por edad y estatura en adolescentes.

Categoría	Edad (años)	Peso (kg)	Altura (cm)	Ración media de kcal	
				Por kg	Por día
Varones	11 - 14	45	157	55	2500
	15 - 18	66	176	45	3000
Mujeres	11 - 14	46	157	47	2200
	15 - 18	55	163	40	2200

Recuerden que ésta es una propuesta para realizar su proyecto, pero ustedes pueden elegir otras preguntas y procedimientos para responderlas.

Si prefieren hacer un proyecto de elaboración de jabones, investiguen cómo se hacen los jabones artesanales o fabriquen uno ustedes mismos. Pueden incluso poner esencias, hierbas u otros aditivos para mejorar sus propiedades, de acuerdo con su gusto. Si deciden hacer este proyecto, consideren también los costos de las materias primas y cuál sería el costo final de su jabón. Compárenlo con el costo de jabones comerciales o artesanales que vendan en su comunidad. Otra idea sería comparar las diferencias entre los ingredientes de diversos jabones comerciales e investigar para qué se utiliza cada uno de ellos, así como comparar el costo de dichos jabones (figura 3.45). Si decidieron realizar el proyecto de jabones, es conveniente buscar cuál es la reacción química que ocurre durante su fabricación, para comunicarla a sus compañeros o a quien vayan a presentar el proyecto. Si deciden elaborar jabones, **no olviden consultar con su profesor las medidas de seguridad necesarias para el manejo de bases fuertes como el NaOH.**

### Planeación del proyecto

#### Elección del tema del proyecto

Reúnanse en equipo y discutan cuál es el tema que más les interesa. Para saber más sobre trabajo en equipo y toma de acuerdos, revisen los proyectos del bloque 5. Utilicen lo que han aprendido a lo largo del bloque.

Seleccionen el tema y planteen o elijan una pregunta de investigación. Ésta deberá responderse con una investigación, ya sea experimental o bibliográfica. En ambos casos deben considerar que explicarán o resolverán situaciones con respecto a fenómenos químicos en los que unos materiales se transforman en otros.

### Te invito a...

encontrar información sobre la energía y los nutrimentos que aportan diversos alimentos en

Sánchez Plascencia, Alejandra, “Al comer, la porción si importa”, en *Revista del Consumidor*, núm. 57, octubre 2008, disponible en [www.edutics.com.mx/Un6](http://www.edutics.com.mx/Un6) (Consulta: 21 de enero de 2019).



**Figura 3.45** Si es posible, visiten alguna tienda donde vendan jabones artesanales. Compárenlos con los del supermercado en sus ingredientes, costos, variedad, empaques, etcétera.



Escriban la pregunta en la línea y en su cuaderno bajo el título "Pregunta de investigación"

Formulen una hipótesis de trabajo. Planteen el propósito de su investigación y anótenlo en su cuaderno

**Organización de las actividades**

Una vez que saben qué proyecto van a realizar, deben establecer cuáles son los pasos necesarios para llevarlo a cabo, así como las responsabilidades de cada integrante del equipo y los tiempos en los que deben completar los distintos pasos, es decir, deben elaborar un plan de trabajo o *cronograma* como los que se muestran en los proyectos del bloque 5.

**Desarrollo**

Una de las primeras actividades a llevar a cabo en cualquier proyecto es recopilar información, que puede provenir de diversas fuentes (para más detalles consulten los anexos al final del libro).

**Búsqueda y organización de la información**

Decidan cuál es la mejor fuente de información para su proyecto, por ejemplo, si van a revisar su dieta, podrían platicar con un médico o nutriólogo, además de consultar tablas de información nutricional. Si decidieron realizar el experimento de ver cuántas calorías hay en una nuez o cacahuete, podrían buscar por ejemplo, qué es un calorímetro y cómo se determina la cantidad de calorías en los alimentos. Finalmente, si pensaron hacer jabones visiten a alguien que los fabrique, vean videos en internet o consigan la información de la reacción química que ocurre en su elaboración en la biblioteca.

No olviden siempre tener en cuenta su pregunta de investigación para analizar cuál información es relevante y para evaluarla de forma adecuada.

**Análisis de la información**

Para analizar la información pueden utilizar diversas gráficas y tablas (consulten el proyecto del bloque 2). Esto les ayudará a sistematizar la información, para obtener más fácilmente conclusiones a partir de los datos. También pueden usar diferentes tipos de organizadores gráficos, como los mapas conceptuales que se encuentran al final de cada bloque de este libro.

**Elaboración del producto**

Como resultado de su proyecto, deberán elaborar un producto. Elijanlo de acuerdo con el tipo de proyecto que desarrollaron. Por ejemplo, si elaboraron jabones, o si analizaron los ingredientes, la tabla con el resumen de sus funciones, ésos serán sus productos. Por otro lado, si evaluaron su dieta, deberán organizar la información utilizando tablas, gráficas o esquemas para presentarlos a los demás. Pueden hacer folletos o trípticos para su público (figura 3.46).

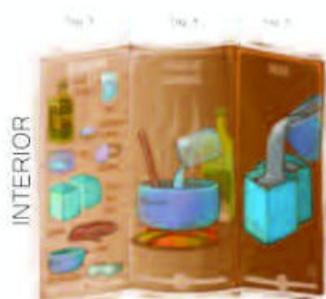


Figura 3.46 Cómo elaborar un tríptico.

**Conclusiones**

Al terminar de analizar la información y de elaborar su producto, regresen a su pregunta de investigación para ver si se respondió completamente. También contrasten su hipótesis con sus resultados, ¿ésta se cumplió? Evalúen si su proyecto resultó como lo planearon o si tuvieron que cambiar de estrategia en el camino. ¿Sus productos fueron los que esperaban? Analicen también el costo, en el caso de los jabones y compárenlo con el costo de algunos jabones comerciales. ¿Creen que es eficiente hacer su jabón en casa? ¿Por qué?

**Comunicación**

Para dar a conocer los resultados de su proyecto utilicen maneras creativas que interesen a los demás. Por ejemplo, diseñen un tríptico o hagan un periódico mural (figura 3.47). Decidan si quieren dar a conocer todo su proceso de investigación o únicamente sus resultados. Recuerden que deben emplear el lenguaje de la química para expresarse. Cuando comuniquen los resultados a sus compañeros, planteen también diversas alternativas de solución al problema que resolvieron. Por ejemplo, si algo no les salió bien, piensen cómo lo harían si lo tuvieran que hacer nuevamente.

Un tríptico es un folleto que contiene información resumida y que está doblado en tres partes. Suele ser una hoja tamaño carta doblada. La portada del tríptico debe atraer la atención del lector, y contener el título de lo que se encuentra dentro. En el interior se coloca toda la información organizada por temas o de acuerdo a cómo sucedieron los eventos. Se deben incluir gráficas e ilustraciones y no saturar de texto, ya que debe poder leerse fácil y rápidamente. Finalmente, en la contraportada, escriban el nombre de los integrantes del equipo y el grupo y la escuela.

Un periódico mural se coloca, de preferencia, en un lugar visible para toda la escuela. Es un espacio en una pared en el que se presenta la información. Ésta debe estar organizada de tal forma que sea atractiva y clara, y que con un vistazo el espectador sepa de qué tema se trata. Al igual que el tríptico, no debe saturarse de texto y debe presentarse la información más relevante, acompañada de gráficas, dibujos o fotografías.

**Evaluación**

**Coevaluación**

Analiza con tu equipo el trabajo realizado por cada uno de ustedes durante este proyecto. Después, responde las preguntas:

- ¿Cómo se eligió el tema de investigación y el propósito del proyecto? ¿qué aportó cada uno de los integrantes?
- ¿Cómo se obtuvo y analizó la información?
- ¿Cuál fue la forma de trabajar en equipo?

**Autoevaluación y reflexiones sobre mi desempeño**

Al terminar el proyecto, es importante realizar de forma individual, una evaluación del trabajo para reflexionar sobre lo que aprendiste. Para ello, plantéate preguntas como las siguientes:

- ¿Aporté ideas valiosas para el desarrollo del proyecto?, ¿cuáles?
- ¿Realicé una planeación adecuada del proyecto?, ¿cómo lo sé?
- ¿Qué actitud tuve ante los obstáculos que se presentaron? ¿Cómo los superé?
- ¿Trabajé en equipo durante el desarrollo de este proyecto?
- ¿Cómo puedo mejorar?



Figura 3.47 Puedes comunicar tus resultados mediante una revista escolar.

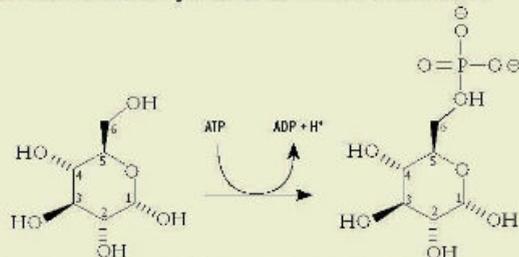


## Ponte a prueba

### Analiza y responde. ¿Quién es quién?

Un químico estudia el proceso metabólico de la glicólisis en atletas de alto rendimiento, a fin de ayudar a aliviar el dolor muscular producido por el ejercicio intenso. La glicólisis se encarga de producir energía a partir de los alimentos de manera rápida y con deficiencia de oxígeno, condiciones que se presentan cuando un atleta, por ejemplo, corre la prueba de los 100 metros planos.

Como parte de su estudio el investigador midió las concentraciones de cada uno de los reactivos y productos de la primera de las reacciones químicas del proceso metabólico total, es decir, la conversión de glucosa en glucosa-6-fostato, reacción que por cada molécula de glucosa consume una molécula de ATP:



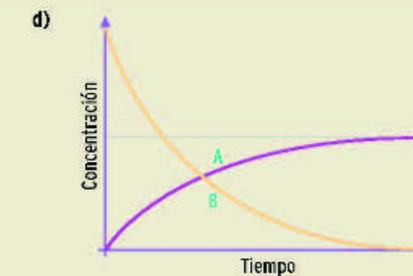
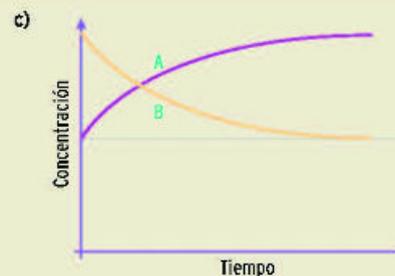
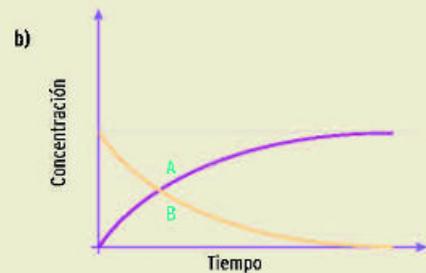
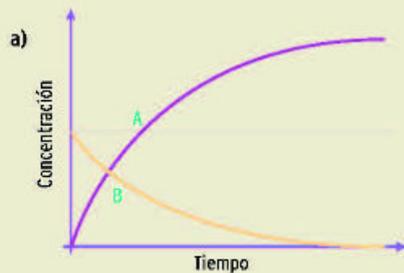
Tras concluir sus mediciones graficó sus resultados y obtuvo las siguientes curvas:



1. ¿Qué representan las curvas A y B?

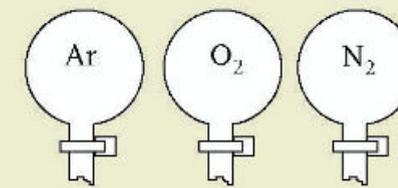
- a) Curva A, [glucosa] y [ATP]; curva B, [glucosa-6-fostato] y [ADP]
- b) Curva A, [glucosa-6-fostato] y [ADP]; curva B, [glucosa] y [ATP]
- c) Curva A, [glucosa] y [glucosa-6-fostato]; curva B, [ATP] y [ADP]
- d) Curva A, [ATP] y [ADP]; curva B, [glucosa] y [glucosa-6-fostato]

2. ¿Cómo se vería la gráfica trazada por el investigador, si decidiera experimentar reduciendo a la mitad la concentración inicial de glucosa?



### Analiza y responde. Entre moles y gases

A principios del siglo XIX, el químico italiano Amadeo Avogadro estaba interesado en saber si existía una relación entre el volumen de un gas a una determinada presión y la cantidad de sustancia presente en dicho volumen. Para hacer sus estudios, Avogadro preparó experimentos similares al que muestra la figura. Cada uno de los globos de vidrio con una capacidad de 22.4 l contiene una muestra de un gas diferente: argón (Ar), oxígeno (O<sub>2</sub>) y nitrógeno (N<sub>2</sub>). Debajo de cada uno, se incluyen algunos parámetros relativos al gas.



Volumen:	22.4 l	22.4 l	22.4 l
Masa:	40 g	32 g	28 g
Presión:	1 atm	1 atm	1 atm
Temperatura:	273 K	273 K	273 K

1. Con ayuda de un termostato, la temperatura de los gases se mantiene constante en 273 K. ¿Por qué la presión es la misma en los tres casos, aunque la masa de los gases sea diferente?

- a) Porque los tres gases tienen la misma cantidad de sustancia.
- b) Porque los tres gases ocupan el mismo volumen.
- c) Porque la presión es independiente de la temperatura.
- d) Porque las masas de los tres gases son similares.

2. ¿Cuántos moles de O<sub>2</sub> hay en el segundo globo? (Recuerda que el P.M. del oxígeno es 16 g/mol.)

- a) Ninguno.
- b) 1 mol.
- c) 32 mol.
- d) No se puede calcular con los datos disponibles.

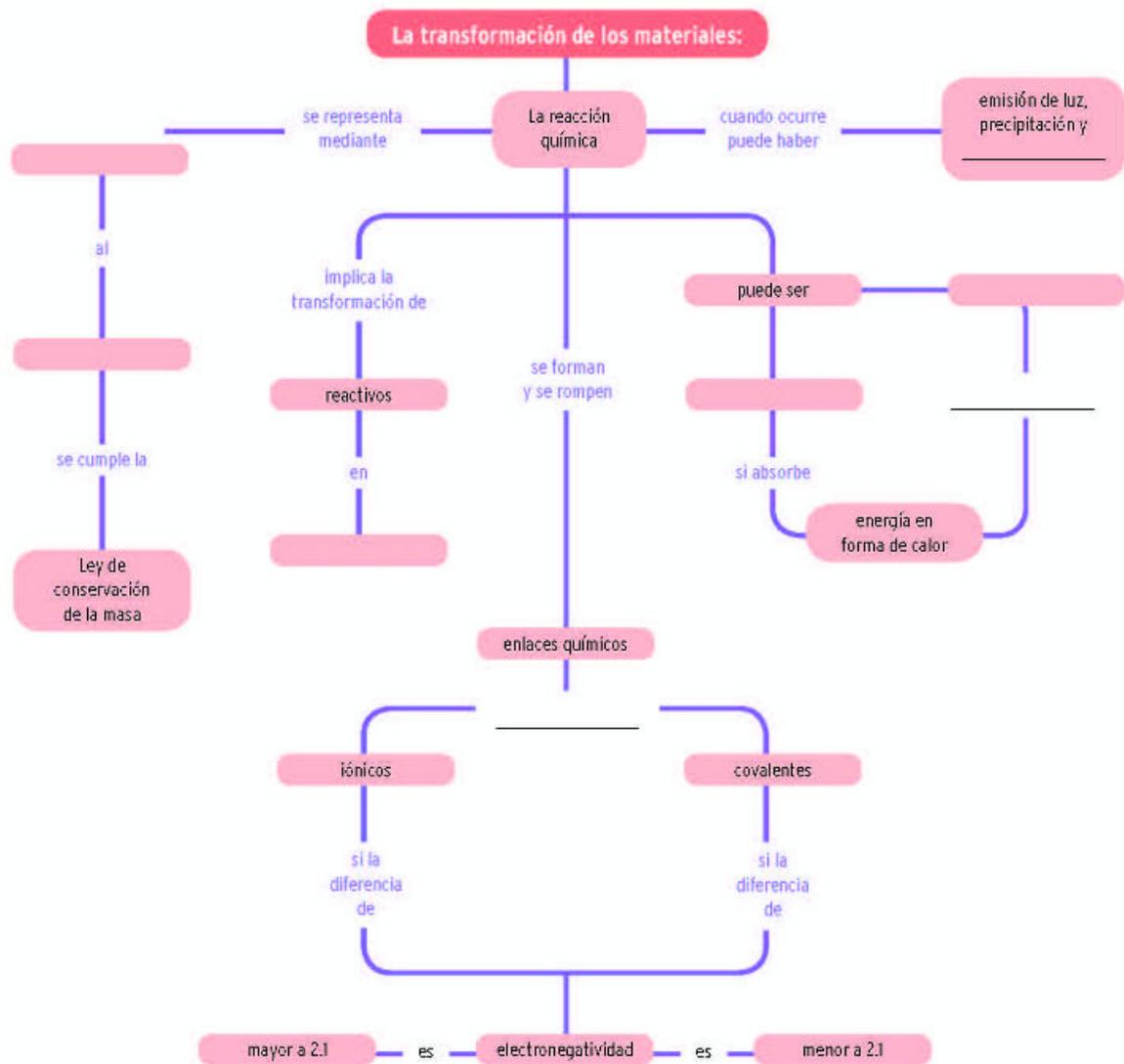
¿Por qué? \_\_\_\_\_

3. ¿Cuál de las siguientes expresiones de proporcionalidad representa las condiciones que se muestran en la figura? (Donde P = presión; V = volumen; T = temperatura; n = número de moles; ∝ = "es proporcional a".)

- a)  $n \propto T/PV$
- b)  $n \propto PVT$
- c)  $n \propto PV/T$
- d) Ninguna de las anteriores.

¿Por qué? \_\_\_\_\_

# Mapa conceptual



1. Completa el mapa con las opciones: ecuación química, endotérmica, exotérmica, balancearse, productos y efervescencia.
2. Encierra en un círculo la palabra o palabras que se relacionen con la unidad que se indica: kilogramos y gramos con color rojo y calorías y joules con azul.
3. Incluye en el mapa los conceptos "mol" y "sustancia".
4. Utiliza los conectores "pueden ser" y "si libera" para relacionar los conceptos que correspondan.



## Ahora sé

### Autoevaluación

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

Aprendizaje esperado	¿Logré el aprendizaje?		¿Cómo puedo mejorar?
	Sí	No	
Identifico, describo, represento reacciones químicas en las que se absorbe o se desprende calor, y verifico su correcta expresión con base en la Ley de conservación de la masa.			
Identifico que la energía que aportan los alimentos se mide en calorías y relaciono las características personales y ambientales para llevar una dieta correcta.			
Explico la importancia de los trabajos de Lewis y Pauling, e identifico el tipo de enlace a partir de electronegatividades y estructuras de Lewis.			
Comparo la escala astronómica y microscópica con la escala humana, y determino la masa de las sustancias usando el mol como unidad de cantidad de sustancia.			

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

### Coevaluación

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

Nombre de mi compañero \_\_\_\_\_

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

# La formación de nuevos materiales

## Competencias que se favorecen

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

## Aprendizajes esperados

- Identifica ácidos y bases en materiales de uso cotidiano.
- Identifica la formación de nuevas sustancias en reacciones ácido-base sencillas.
- Explica las propiedades de los ácidos y las bases de acuerdo con el modelo de Arrhenius.
- Identifica la acidez de algunos alimentos o de aquellos que la provocan.
- Identifica las propiedades de las sustancias que neutralizan la acidez estomacal.
- Analiza los riesgos a la salud por el consumo frecuente de alimentos ácidos, con el fin de tomar decisiones para una dieta correcta que incluya el consumo de agua simple potable.
- Identifica el cambio químico en algunos ejemplos de reacciones de óxido-reducción en actividades experimentales y en su entorno.
- Relaciona el número de oxidación de algunos elementos con su ubicación en la tabla periódica.
- Analiza los procesos de transferencia de electrones en algunas reacciones sencillas de óxido-reducción en la vida diaria y en la industria.
- Propone preguntas y alternativas de solución a situaciones problemáticas planteadas, con el fin de tomar decisiones relacionadas con el desarrollo sustentable.
- Sistematiza la información de su proyecto a partir de gráficas, experimentos y modelos, con el fin de elaborar conclusiones y reflexionar sobre la necesidad de contar con recursos energéticos aprovechables.
- Comunica los resultados de su proyecto de diversas formas, proponiendo alternativas de solución relacionadas con las reacciones químicas involucradas.
- Evalúa procesos y productos de su proyecto considerando su eficacia, viabilidad e implicaciones en el ambiente.

## Temas transversales

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

## Contenidos

### Importancia de los ácidos y las bases en la vida cotidiana y en la industria

- Propiedades y representación de ácidos y bases.

### ¿Por qué evitar el consumo frecuente de los “alimentos ácidos”?

- Toma de decisiones relacionadas con:
  - Importancia de una dieta correcta.

### Importancia de las reacciones de óxido y de reducción

- Características y representaciones de las reacciones redox.
- Número de oxidación.

### PROYECTO 4 Ahora tú explora, experimenta y actúa. Integración y aplicación

- ¿Cómo evitar la corrosión?
- ¿Cuál es el impacto de los combustibles y posibles alternativas de solución?



Propiedades y representación de ácidos y bases

Aprendizajes esperados

- Identifica ácidos y bases en materiales de uso cotidiano.
- Identifica la formación de nuevas sustancias en reacciones ácido-base sencillas.
- Explica las propiedades de los ácidos y las bases de acuerdo con el modelo de Arrhenius.

El ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) que se usa en las baterías de los automóviles es un compuesto que interviene en tantos procesos de la industria química, que la cantidad que produce un país de este ácido se torna como un indicador de su desarrollo industrial. Muchos otros compuestos tanto ácidos como básicos están presentes en la industria, en la escuela o en la casa; por ejemplo, es frecuente el uso de ácido acético (CH<sub>3</sub>COOH) diluido con agua para preparar el aderezo de las ensaladas, ya que esto es el vinagre. En esta secuencia aprenderás más acerca de compuestos, tanto ácidos como básicos que tienen gran importancia en nuestra vida.



Actividad de inicio

Reflexiona: ¿Por qué va en aumento la acidez de los océanos?

Lee el texto y reflexiona en torno a las preguntas.

Desde hace varios años, los científicos han relacionado el efecto invernadero con otro problema: el aumento de la acidez en el agua de mar. Estudios científicos informan que al aumentar la cantidad de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) en la atmósfera, este gas se disuelve más fácilmente en el agua de mar y produce ácido carbónico (H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>). El aumento de concentración de este ácido ocasiona que los corales se destruyan o crezcan lentamente y también afecta la vida de algunas algas que crecen sobre ellos y forman parte del ecosistema arrecife de coral. Estos cambios afectan a los peces y a todo el ecosistema.



Figura 4.1 Los océanos absorben millones de toneladas del CO<sub>2</sub> emitidas por la actividad humana, es por eso que se han vuelto más ácidos. Esto afecta los diferentes ecosistemas marinos como los arrecifes de coral, poniendo en peligro su biodiversidad.

De manera semejante, otros gases como el trióxido de azufre SO<sub>3</sub> y el dióxido de nitrógeno NO<sub>2</sub> se combinan con el agua presente en la atmósfera para producir ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) y ácido nítrico (HNO<sub>3</sub>), respectivamente, y pueden ocasionar lluvia ácida que genera daños en el ambiente (figura 4.1).

Ragazzola, F., L.C. Foster, C.J. Jones, T. B. Scott, J. Fietzke, Matt R. Kilburn y D.N. Schmidt, "Impacto de la alta concentración de CO<sub>2</sub> en la geoquímica de algas coralinas *Lithothamnion glaciale*", en *Bioacid*, 2016, disponible en [www.edutics.mx/Umc](http://www.edutics.mx/Umc) (Consulta: 21 de enero de 2019).

1. Haz una lista de ejemplos de reacciones químicas en las que el CO<sub>2</sub> sea un producto, para ello, será útil recordar tu cursos de Biología y lo que has visto hasta ahora.
2. ¿Por qué un cambio de acidez en el océano puede afectar nuestra vida diaria?
3. Si la lluvia ácida cambia las propiedades de los suelos, ¿cómo afectará esto a los cultivos?
4. ¿De qué manera se puede expresar el grado de acidez de una muestra de agua?, ¿cómo se mide la acidez?

Comparte con algún compañero tus reflexiones.

Ácidos y bases de uso cotidiano

Aun sin conocer la estructura química de los ácidos, en algunos casos la presencia de estas sustancias se puede identificar por su sabor característico, que encontramos en frutas como la naranja, el limón, la mandarina o la toronja. La palabra ácido viene del latín *acidus* que significa "agrio". El ácido presente en estas frutas es el ácido cítrico, un compuesto que se conocía desde hace más de mil años, pero que no fue aislado sino hasta 1784 por Carl Wilhelm Scheele, un químico sueco, quien logró cristalizarlo a partir de jugo de limón.

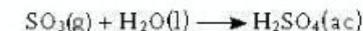


Figura 4.2 La mayor parte de nuestros alimentos son ácidos.

Muchas sustancias ácidas están presentes en nuestra vida diaria. Por ejemplo, una de las vitaminas que más consumimos, la vitamina C, también es un ácido, el ascórbico, presente en muchos alimentos.

En las frutas no sólo encontramos ácido ascórbico, sino una gran variedad de ácidos: ácido málico en peras y manzanas; ácido cítrico en naranjas y limones; ácido tartárico en las uvas; ácido benzoico en las ciruelas y, ácido oxálico en la piña (figura 4.2).

Pero no todos los ácidos son comestibles, es el caso del ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>). Este ácido se forma a partir de la reacción de un gas, el trióxido de azufre (SO<sub>3</sub>), con el agua:



La mayor parte del H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> que se produce en el mundo se utiliza para fabricar fertilizantes; actualmente se investigan nuevos métodos para producirlo pues su precio se ha elevado mucho en los últimos años, debido a que su demanda ha aumentado considerablemente. Su manejo requiere mucho cuidado porque es un ácido que destruye fácilmente los tejidos orgánicos. Recordarás que al inicio de la secuencia mencionamos la lluvia ácida, ¿puedes relacionar la lluvia ácida con la ecuación que acabas de ver?, este fenómeno no sólo afecta a los seres vivos sino también destruye construcciones y monumentos hechos de piedra caliza que se disuelve en un medio ácido.

Por otro lado, las bases también son sustancias que usamos cotidianamente. Algunas de ellas, igual que algunos ácidos, debemos manejarlas con cuidado porque pueden causarnos heridas importantes si las tocamos, o peor aún si las ingerimos. Entre los compuestos básicos más conocidos destaca el hidróxido de sodio (NaOH) llamado comúnmente sosa, que se utiliza entre otras cosas para destapar tuberías y limpiar el cochambre de las estufas. Otra base es el amoníaco (NH<sub>3</sub>), que diluido en agua se utiliza como producto de limpieza. Algunos compuestos básicos, como el bicarbonato de sodio, se utilizan en repostería, mientras que otros son los principales ingredientes de los medicamentos contra la acidez estomacal, como estudiarás en la siguiente secuencia. ¿Qué otros compuestos ácidos o básicos conoces?



Experimenta: ¿Tienes limpiadores para metal en casa?

Busca alguna moneda vieja, de ser posible de cobre o que esté manchada. Consigue alguna salsa picante de las que venden embotelladas, pon un poco de la salsa en un trapo de algodón y frota la moneda. ¿Sirve la salsa para limpiar la moneda? ¿La salsa es ácida o básica? ¿Con qué otra sustancia podrías limpiar monedas? (figura 4.3).

Comenten sus respuestas con su maestro.



Figura 4.3 ¿Alimento o limpiador?



**Figura 4.4** Antes de abrir un frasco en el laboratorio escolar o de algún producto de limpieza en tu casa, debes leer las indicaciones de seguridad. Algunos productos muy ácidos o muy básicos pueden ser corrosivos, es decir, pueden causar irritación y fuertes quemaduras al contacto con la piel o los ojos.

### ¿Cómo se representa la acidez o basicidad de un compuesto o una sustancia?

Ya hemos dicho que hay sustancias ácidas y básicas, pero también es muy importante saber qué tan ácidas o qué tan básicas son, es decir, pasar de un aspecto cualitativo a una escala cuantitativa. Esto nos permitirá saber qué precauciones debemos tomar al utilizarlos (figura 4.4) y en qué tipo de reacciones químicas intervienen.

Para representar el grado de *acidez* o de *basicidad* (o *alcalinidad*), los científicos utilizan lo que se conoce como *escala de pH*. Esta escala va de 0 a 14. Una disolución con pH menor que 7 se considera ácida. Una con pH igual a 7 es neutra y una con pH mayor que 7 es básica. Para la mayoría de las personas ajenas a la química, resulta muy fácil manejar esta escala y saber cuándo una disolución es ácida o básica.

Como verás más adelante, cuando una sustancia se disuelve en agua, libera iones  $H^+$  (llamados iones hidrógeno o protones) si es ácida, o iones  $OH^-$  (iones hidroxilo) si es básica. El pH depende de la cantidad de iones  $H^+$  presentes en la disolución. Si hay muchos, la concentración será alta y el pH, bajo (es decir, será ácida). Si hay pocos, la concentración será baja y el pH, alto (es decir, será básica). Este puede sonar raro, pero si observas la tabla 4.1 y sigues adelante, será más claro.



El jugo del limón que usaste en el experimento de la página 133 contiene ácido cítrico cuya fórmula es:  $C_6H_8O_7$ . El ácido cítrico y el ácido ascórbico o vitamina C le dan un pH ácido al limón.

Tabla 4.1 Relación entre pH y concentración de $H^+$				
	Concentración de $H^+$ (mol/l)	pH	Ejemplo	
Ácidos	$1 \times 10^0$	1	0	Ácido clorhídrico (HCl) concentrado
	$1 \times 10^{-1}$	0,1	1	Jugo gástrico
	$1 \times 10^{-2}$	0,01	2	Jugo de limón
	$1 \times 10^{-3}$	0,001	3	Vinagre
	$1 \times 10^{-4}$	0,0001	4	Jugo de tomate
	$1 \times 10^{-5}$	0,00001	5	Agua de lluvia
	$1 \times 10^{-6}$	0,000001	6	Leche
Neutral	$1 \times 10^{-7}$	0,0000001	7	Agua pura destilada
Bases	$1 \times 10^{-8}$	0,00000001	8	Clara de huevo
	$1 \times 10^{-9}$	0,000000001	9	Polvo de hornear
	$1 \times 10^{-10}$	0,0000000001	10	Antiácidos
	$1 \times 10^{-11}$	0,00000000001	11	Limpiador con amoníaco
	$1 \times 10^{-12}$	0,000000000001	12	Hipoclorito de sodio
	$1 \times 10^{-13}$	0,0000000000001	13	Líquido destapacaños
	$1 \times 10^{-14}$	0,00000000000001	14	Hidróxido de sodio (NaOH) concentrado

Si observas con cuidado la tabla, verás que el pH corresponde al exponente al que está elevado el número que expresa la concentración, pero cambiando el signo – por el signo +; por ejemplo, si la concentración de iones  $H^+$  es de  $1 \times 10^{-1}$  mol/l (0,1 mol/l), el pH será 1 (es decir, muy ácido). Por el contrario, si la concentración de iones  $H^+$  es de  $1 \times 10^{-12}$  mol/l, el pH será de 12 (es decir, muy básico).

### Actividad

**Analiza:** ¿Cuál es la relación entre los iones  $H^+$  y el pH?

1. Escribe el número  $1 \times 10^{-12}$  en notación desarrollada.
2. ¿Cuál número es más pequeño,  $1 \times 10^{-1}$  mol/l o  $1 \times 10^{-12}$  mol/l?
3. ¿En dónde hay mayor concentración de iones  $H^+$ ? ¿Cuál es más ácida y cuál más básica? ¿Cómo lo sabes? Comparte con un compañero tus resultados. Si hay diferencia revisen el procedimiento.

La concentración de iones hidrógeno ( $H^+$ ) puede ser muy pequeña y por esto conviene utilizar la notación científica para escribir estas cantidades, como ya vimos en el bloque 3. En resumen, entre mayor sea la concentración de protones, menor será el pH y mayor la acidez; y al disminuir, el pH aumenta y es mayor la alcalinidad.

Nuestros alimentos por lo general son ácidos al igual que los fármacos de uso común como la vitamina C, pero su acidez es muy baja comparada con la del interior de nuestro estómago cuyos jugos gástricos tienen un nivel de acidez que podrían deshacer una pieza metálica, mientras que nuestra sangre es ligeramente básica.

Es importante conocer las propiedades de los ácidos y las bases ya que es necesario saber qué precauciones debemos tener al utilizarlos. Por ejemplo, usar un jabón no requiere especial cuidado, mientras que si usamos sosa (NaOH), tenemos que protegernos con guantes y lentes de seguridad.

### ¿Cómo medir el grado de acidez o basicidad?

Existen diversos métodos que nos permiten medir el pH de las sustancias, para saber qué tan ácidas o básicas son. Una de ellas es utilizar un instrumento digital llamado *phmetro* (figura 4.5). Un método más simple es usar una disolución de agua de col morada, como verás en la siguiente actividad. Al poner unas gotas de la sustancia de la que se quiere medir el pH en el agua de col morada, el color de ésta cambia de acuerdo con el valor del pH.



El papel tornasol o papel pH es un papel que se utiliza para medir la concentración de  $H^+$  en una disolución. El papel tornasol se pone en contacto con el objeto, esperamos unos segundos y cambiará de color. Este color se compara con una escala de color que indica el valor del pH.



**Figura 4.5** Los *phmetros* son en realidad potenciómetros, porque miden un potencial eléctrico de la disolución desconocida y lo comparan con otro potencial de una disolución de referencia de pH conocido.

### Experimenta:

¿Puedes identificar sustancias ácidas y básicas de uso cotidiano?

#### Introducción

Para observar los cambios de energía asociados con las reacciones químicas de manera experimental debemos ser cuidadosos ya que, especialmente en las reacciones exotérmicas, las cantidades de energía liberadas pueden poner en riesgo nuestra integridad física. En esta actividad te proponemos algunas experiencias sencillas y seguras que deberás realizar con tu profesor.



Figura 4.6 Pasos del método.

**Material**

- Una pieza de col morada • Agua • Cucharas soperas
- Cinco vasos pequeños de vidrio o plástico transparente • Colador
- Pequeñas cantidades de líquidos que pueden encontrar en su hogar: vinagre, champú, leche, jugo de naranja, leche de magnesia, etcétera
- Olla de aluminio • Parrilla eléctrica o de gas

**Método**

Recuerden que todos los experimentos deben hacerse bajo la supervisión de su maestro. Apóyense en la figura 4.6.

1. Corten en pedacitos la col morada, pónganlos a hervir en un litro de agua en la olla de aluminio hasta que el líquido adquiera un color morado. Tengan cuidado de no quemarse.
2. Dejen enfriar el líquido y con el colador separen los trozos de col. Guarden el agua de col morada que les sobre para la próxima actividad.
3. Mientras se enfría el agua de col, planteen una hipótesis y coloquen en orden las sustancias que trajeron, desde la que crean que es más ácida hasta la que crean que es más básica.
4. En el primer vaso agreguen una cucharada de uno de los líquidos que consiguieron, añadan la misma cantidad de extracto de col y observen los diferentes colores que toma (figura 4.6). Hagan lo mismo para cada sustancia que trajeron.
5. Con ayuda de la siguiente escala (figura 4.7) y el agua de col, identifiquen el pH de cada sustancia.

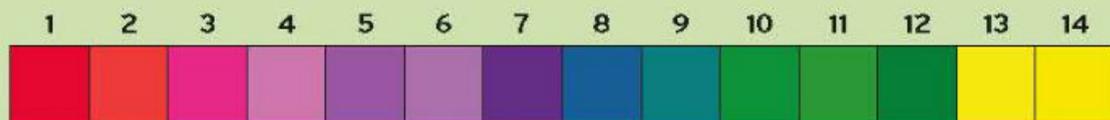


Figura 4.7 Escala de colores que mide el pH.

- a) Registren en su cuaderno sus resultados.
- b) En cada caso, ¿es posible identificar cuál es la sustancia que le imparte acidez o basicidad al producto que estudiaron?

**Análisis de resultados y conclusiones**

1. ¿Qué papel juega el agua de col morada en el experimento?
2. Coloquen en orden de grado de acidez o alcalinidad las sustancias que analizaron. ¿Cuál es más ácida?, ¿cuál más básica? ¿Acertaron en sus predicciones?, ¿por qué creen que fue así?
3. Investiguen las sustancias que imparten acidez o basicidad que no hayan logrado identificar de los productos que analizaron. Apóyense con la etiqueta de los productos.
4. Comparen sus resultados con los de otros equipos, ¿hay diferencias?, ¿por qué?

En grupo, discutan para qué sirve conocer el nombre de la sustancia causante del grado de acidez o alcalinidad de los materiales con los que están en contacto frecuentemente. ¿Qué precauciones debemos tomar si el pH es muy alto o muy bajo?

**Reacciones entre ácidos y bases**

En la secuencia 12 pusiste en contacto unas gotas de jugo de limón y bicarbonato de sodio ( $\text{NaHCO}_3$ ) y observaste que la reacción es endotérmica y que se produce un gas. Lo que no te explicamos en ese momento es que también es un ejemplo de una *reacción de neutralización*. Se le llama así porque al inicio el jugo de limón tiene un pH de 2 y al agregar el  $\text{NaHCO}_3$  —que disuelto en agua forma una mezcla básica— el pH irá en aumento hasta llegar a 7. Como en este valor el pH de la disolución es neutro, a este proceso se le llama neutralización. Se logra el mismo efecto si a una base le añadimos poco a poco un ácido. En este caso el pH, inicialmente mayor a 7, disminuirá hasta lograr la neutralización ( $\text{pH} = 7$ ).

Cuando una base y un ácido se combinan en una reacción de neutralización, las propiedades ácidas y básicas de los reactivos se cancelan para dar como resultado otras sustancias con propiedades ácidas y básicas distintas. Entre estas sustancias se encuentra el agua y un nuevo compuesto llamado “sal”. Una manera común de representar un proceso de neutralización es con la ecuación:



En algunas ocasiones, además de la sal también se produce un gas (figura 4.8). En ese caso tendríamos que escribir:

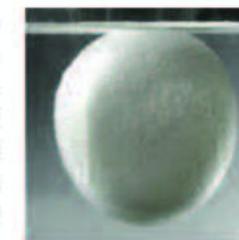


Figura 4.8 Cuando se sumerge un huevo durante un par de días en vinagre, se forman en la cáscara pequeñas burbujas de dióxido de carbono. ¿Puedes explicar por qué?

**Experimenta: ¿Es posible llevar a cabo una reacción de neutralización en la que se produzca un gas?**

**Material**

- Una probeta de 25 ml • 20 g de bicarbonato de sodio ( $\text{NaHCO}_3$ ) • Agua • 20 ml de vinagre ( $\text{CH}_3\text{COOH}$  en agua) • Un globo mediano • Agua de col morada que guardaron de la actividad anterior
- Si no cuentan con una probeta, pueden usar una botella de PET

**Método**

1. Añadan 10 ml de vinagre a la probeta, registren el color que presenta la disolución. Agreguen agua de col morada. ¿Qué observan? Registren sus observaciones en la bitácora.
2. Coloquen dos cucharadas de bicarbonato de sodio dentro de uno de los globos y fíjenlo en la boca de la probeta con cinta adhesiva. Levanten el globo para que el bicarbonato de sodio caiga dentro de la probeta. ¿Qué observan?

**Análisis de resultados y conclusiones**

Consulten la escala de colores de la col morada (figura 4.7 de la página 180) para analizar el cambio de coloración durante la experiencia.

1. ¿Qué color tenía la mezcla de agua de col morada con el vinagre?
2. ¿Cómo se llama este fenómeno en el que se hace evidente que hay una reacción química porque se produce un gas? En este caso ¿cuál es el gas que se produce?
3. Escriban la ecuación balanceada que representa la reacción.



Tengan en cuenta que la sal formada en esta reacción es el acetato de sodio (CH<sub>3</sub>COONa).

En grupo, discutan lo siguiente. Si en lugar de NaHCO<sub>3</sub> hubieras utilizado NaOH, ¿se produciría un gas? ¿Se lograría el mismo efecto de neutralización? ¿Cómo demostrarías que se ha producido una reacción química?

En el experimento anterior te diste cuenta, por el cambio de color del agua de col, de que ocurrió una reacción de neutralización. A las sustancias que cambian de color con el pH y nos ayudan a determinar cuándo se ha logrado una neutralización se les conoce como *indicadores*; la fenolftaleína es muy utilizada porque cambia de ser incolora en medio ácido a lila en medio básico. Por lo anterior es muy importante considerar que cada indicador presenta cambios de color distintos a diferentes pH.

Muchos indicadores comerciales contienen varios compuestos, entre los que destacan las antocianinas, que son responsables de muchos colores que observamos en plantas y flores. Hay más de 150 diferentes antocianinas en nuestros alimentos; la col morada, por ejemplo, contiene antocianinas, por eso es que su jugo se puede utilizar como un indicador de pH.

**Actividad**

**Investiga:** ¿Qué alimentos pueden servir como indicadores de pH?

Realiza la actividad individualmente y después comenta tus respuestas en grupo.

¿Qué otros alimentos contienen antocianinas?, ¿nos podrían servir como indicadores de pH?

**Propiedades de los ácidos y las bases de acuerdo con el modelo de Arrhenius**

En las páginas anteriores hablamos de ácidos y bases, pero sólo hemos visto algunas de sus propiedades; ahora necesitamos profundizar en las características que hacen que estas sustancias se comporten como ácidos o como bases.

Recordemos que cuando un ácido se combina con una base se obtiene siempre H<sub>2</sub>O. En la tabla 4.1 de la página 178, como viste, el agua pura tiene un pH neutro, es decir, pH = 7; algunas moléculas de agua se **disocian** para formar un ion hidrógeno positivo (H<sup>+</sup>) y un hidroxilo (OH<sup>-</sup>):



Sin embargo, el H<sup>+</sup> se une inmediatamente a otra molécula de agua, formando H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>, ion hidronio. Entonces, en esta reacción participan dos moléculas de agua, una que se disocia y otra a la que se une el H<sup>+</sup> liberado. La ecuación que representa este fenómeno es:



El ion hidronio representa un protón (H<sup>+</sup>) unido a una molécula de agua, lo cual es más cercano a la realidad, pero es común que en el lenguaje químico se simplifique y se escriba sólo como H<sup>+</sup>. Esto se explica más adelante, con la disociación del ácido nítrico.

El agua pura siempre es neutra porque tiene la misma cantidad de iones positivos H<sub>3</sub>O<sup>+</sup> que de iones negativos OH<sup>-</sup>. Ésta fue la idea que desarrolló el científico sueco Svante August Arrhenius (1859-1927) cuando apenas tenía 24 años de edad.



**¿Sabes?**

El agua pura no es ácida ni es básica, es neutra. Sin embargo, el agua de la llave suele tener un poco de acidez por los gases que contiene disueltos, como el CO<sub>2</sub> que al combinarse con el agua produce ácido carbónico.

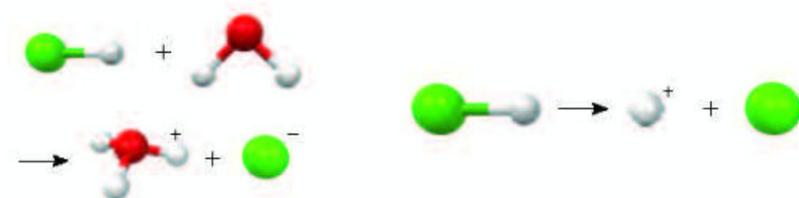
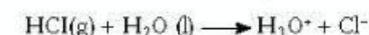
**disociación.** Separación de un compuesto o molécula en dos componentes.

Cuando Arrhenius (figura 4.9) propuso la teoría de la disociación electrolítica para explicar que los compuestos químicos disueltos se separan en iones, la idea era muy novedosa, pues esto sucedió 13 años antes de que J.J. Thomson (1856-1940) descubriera el electrón. Michael Faraday (1791-1867) ya había propuesto la existencia de los iones, pero pensaba que sólo existían cuando una corriente eléctrica pasaba a través de un líquido. Arrhenius hizo una gran cantidad de experimentos para determinar la **conductividad eléctrica** de líquidos puros y de disoluciones acuosas y concluyó que la única manera de explicar sus resultados era que las moléculas de algunos compuestos, al disolverse en agua, se disociaban y producían iones aun en ausencia de corriente eléctrica (figura 4.10).

Según el *modelo de Arrhenius*, los ácidos y las bases son *electrolitos*, es decir, sustancias que al disolverse en agua forman iones. Los ácidos producen iones hidrógeno, H<sup>+</sup> o protones. De forma general:



donde HB es una manera general de representar un ácido y B<sup>-</sup> es el anión que se forma. Por ejemplo, el cloruro de hidrógeno (HCl) es un gas que al disolverse en agua produce lo que conocemos como ácido clorhídrico y se disocia en dos iones (figura 4.11):



a) Reacción de ácido clorhídrico con agua.

b) La misma reacción en medio acuoso.

**Figura 4.11** Reacción de HCl con H<sub>2</sub>O. a) Formación de ion hidronio, b) formación de un protón.

si consideras otras sustancias ácidas, podrás comprobar que en todos los casos se cumple la condición de que al reaccionar con agua se producen iones hidronio H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>.

Aunque escribimos la fórmula del ácido nítrico como HNO<sub>3</sub>, este compuesto no existe así, ya que en realidad está disuelto en agua y disociado:



lo cual es mejor escribir como:

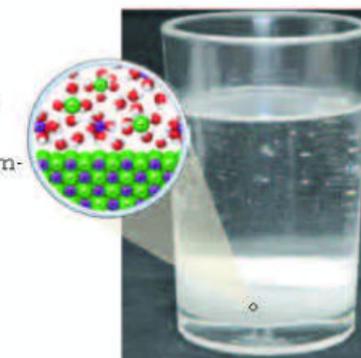


pues la reacción se lleva a cabo en medio acuoso. Como verás, esta reacción también está balanceada y hace evidente que HNO<sub>3</sub>(ac) es una manera simplificada de decir HNO<sub>3</sub> + H<sub>2</sub>O; además, explica por qué se usa H<sup>+</sup> y no H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>. Lo mismo sucede con el ácido sulfúrico que sólo existe disuelto en agua:



**Figura 4.9** Svante Arrhenius presentó su modelo de disociación electrolítica para obtener su doctorado en 1884. El jurado lo aprobó con baja calificación porque no creía en sus ideas. Cuando Thomson descubrió el electrón, sus propuestas fueron aceptadas y entonces obtuvo el Premio Nobel de Química en 1903.

**conductividades eléctricas.** Capacidad de un material o sustancia que consiste en que se muevan en él los electrones libres o iones de manera ordenada.



**Figura 4.10** Modelo de disociación electrolítica. Las moléculas de agua separan las moléculas de cloruro de sodio en sus iones, Na<sup>+</sup> y Cl<sup>-</sup>, sin necesidad de hacer pasar una corriente eléctrica.



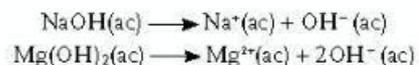
**Figura 4.12** Muchos limpiadores caseros tienen un pH muy alto y por esto deben usarse con cuidado.

Nota que en el caso del ácido sulfúrico se produce el doble de iones hidronio. ¿Cómo sería la disociación del ácido fosfórico en el agua si su molécula es  $H_3PO_4$ ?

De acuerdo con el modelo de Arrhenius, son sustancias básicas o alcalinas las que al disolverse en agua producen iones hidroxilo ( $OH^-$ ). De forma general, la ecuación se puede escribir de la siguiente manera:



En esta expresión, MOH es la base y  $M^+$  es el ion metálico que se produce. Son sustancias básicas el hidróxido de sodio ( $NaOH$ ) y el hidróxido de magnesio ( $Mg(OH)_2$ ), ya que al disolverse en agua producen iones hidroxilo ( $OH^-$ ), por lo que ambas cumplen el requisito para ser bases de acuerdo con el modelo:



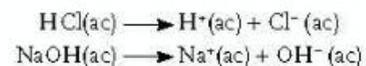
De manera similar al ejemplo del ácido sulfúrico, el hidróxido de magnesio se disocia para formar el doble de iones hidroxilo. El amoníaco diluido en agua que usamos como limpiador forma hidróxido de amonio ( $NH_4OH$ ) que en realidad se disocia para formar iones  $NH_4^+$  y  $OH^-$ , por lo que su pH es muy alto (figura 4.12).

Te habrás dado cuenta de que el carácter metálico o no metálico de un elemento es importante para saber si éste puede formar un ácido o una base. Por ejemplo, el cloro es un no metal y todos los no metales forman compuestos con el hidrógeno (como el HCl), que son moléculas que si se disocian en el agua serán ácidos de Arrhenius. Cuando un elemento metálico se une a un hidroxilo, como en el NaOH, la molécula en disolución acuosa será una base de Arrhenius.

Como todos los modelos, el de Arrhenius tiene limitaciones, por lo que si continúas estudiando química aprenderás que existen otros modelos para explicar el comportamiento de los ácidos y las bases.

### Algo más sobre las reacciones de neutralización

Con la definición de ácidos y bases de Arrhenius comprenderás mejor lo que ocurre en las reacciones de neutralización. La sal con la que condimentamos nuestros alimentos, el cloruro de sodio ( $NaCl$ ), se puede obtener a partir de una reacción de neutralización entre el ácido clorhídrico y el hidróxido de sodio. Como ya vimos, en disolución acuosa el ácido clorhídrico está disociado en iones hidronios y iones cloruro; por su parte, el hidróxido de sodio se disocia en iones  $Na^+$  y iones hidroxilo:



Si juntas el ion hidronio (carga positiva) con el ion hidroxilo (carga negativa), y el ion cloruro (negativo) con el ion de sodio (carga positiva), los productos de la reacción son agua y cloruro de sodio, que es la sal común:



Además de obtener una disolución neutra porque su pH es 7, también es eléctricamente neutra porque contiene la misma cantidad de iones positivos y negativos. Otro ejemplo es el del yeso que se utiliza en la industria de la construcción, el cual es una

sal, sulfato de calcio ( $CaSO_4$ ), y la reacción para obtenerla se representa con la siguiente ecuación:



### Actividad

**Explica y reflexiona:** ¿Cuáles son los productos de una reacción de neutralización?

1. Escribe la ecuación de la reacción de disociación de  $CH_3COOH(ac)$  y  $NH_4OH(ac)$ , ambos en medio acuoso.
  - a) De acuerdo con el modelo de Arrhenius, ¿cuál de los compuestos es un ácido?, ¿cuál una base?, ¿cómo lo sabes?
  - b) Escribe la ecuación de la reacción de neutralización utilizando los dos compuestos anteriores.
2. Elige de entre los compuestos de la tabla 4.2 una base y un ácido y escribe la ecuación de la reacción de neutralización.

Tabla 4.2 Diferentes compuestos

$H_2SO_4$	HCl	$Mg(OH)_2$
NaOH	$HNO_3$	KOH

¿Cuáles son los reactivos y cuáles los productos de una reacción de neutralización?

3. Explica las propiedades de los ácidos y las bases usando el modelo de Arrhenius.

4. Lee el texto y reflexiona.

Una de las limitaciones del modelo de Arrhenius es que sólo sirve para casos en que las sustancias se disuelven en agua. Ya desde los inicios del siglo pasado, en la industria química se han utilizado muchos otros líquidos diferentes al agua para llevar a cabo una gran cantidad de reacciones químicas. Por esta razón, aunque se sigue usando el modelo de Arrhenius, ha sido necesario proponer nuevos modelos que expliquen la acidez y la basicidad de las sustancias.

- a) ¿Por qué se sigue usando el modelo de Arrhenius?
- b) ¿Recuerdas otros momentos de la historia de la química en que haya ocurrido esto?, ¿cuáles?

### Actividad de cierre

**Aplica:** ¿Cómo puedes disminuir la lluvia ácida?

Es tiempo de que reflexiones acerca de los planteamientos hechos en la situación inicial. Considera lo que aprendiste durante la secuencia y responde.

1. Ya sea que vivamos en la costa o nuestro hogar esté lejos del mar, ¿por qué y cómo podemos evitar que el pH del agua de mar disminuya?, ¿cómo podemos participar?
  2. ¿Cómo afecta la lluvia ácida los cultivos?
  3. Investiga ¿cuáles son los símbolos internacionales para indicar que una sustancia química es corrosiva?, ¿por qué el vinagre no presenta esa indicación en la etiqueta?
- En equipo, escriban en el pizarrón una propuesta para disminuir la formación de la lluvia ácida.

#### Aprendizajes logrados

Ahora puedes determinar el pH de algunos materiales que te rodean y con base en él, identificar las sustancias como ácidas, básicas o neutras.

Puedes escribir una ecuación química balanceada que represente un proceso de neutralización. Explicas la relación entre pH, la concentración de iones  $H^+$  y el grado de acidez o alcalinidad de una sustancia y las características de un ácido o una base de acuerdo con el modelo de Arrhenius.



Lee con tu equipo la pregunta. ¿Cómo se usan las reacciones de neutralización en la fabricación de jabones?

Si te parece interesante escríbela en tu cuaderno, te puede orientar para elegir el tema de proyecto de final de bloque.



# ¿Por qué evitar el consumo frecuente de los "alimentos ácidos"?

## Toma de decisiones relacionadas con: Importancia de una dieta correcta

### Aprendizajes esperados

- Identifica la acidez de algunos alimentos o de aquellos que la provocan.
- Identifica las propiedades de las sustancias que neutralizan la acidez estomacal.
- Analiza los riesgos a la salud por el consumo frecuente de alimentos ácidos, con el fin de tomar decisiones para una dieta correcta que incluya el consumo de agua simple potable.

Los malos hábitos alimenticios no sólo influyen en el peso corporal. Algunas veces, estos malos hábitos pueden también dañar nuestro estómago o nuestros dientes. Tal es el caso del consumo excesivo de alimentos muy ácidos. En esta secuencia aprenderemos cuáles son las consecuencias de consumir un exceso de estos alimentos y cómo podemos mejorar nuestra dieta.



### Actividad de inicio

Reflexiona: ¿Por qué los alimentos muy ácidos pueden dañar al estómago?

#### Alarmante el número de casos de acidez estomacal en México

En los últimos años, en México, ha aumentado de manera alarmante la cantidad de personas que padecen de trastornos estomacales, que en muchas ocasiones se manifiestan como exceso de acidez gástrica o reflujo gastroesofágico. Especialistas del IMSS afirman que hasta un 20% de la población presenta este problema de salud. También aseguran que los malos hábitos alimentarios, así como el nerviosismo y el estrés, pueden ser la causa del padecimiento (figura 4.13).

"Cambio de hábitos alimenticios necesario para evitar la acidez gástrica", en *Diario de Yucatán*, Mérida, Yucatán (15 julio 2014), disponible en [www.edutics.mx/jmp](http://www.edutics.mx/jmp) (Consulta: 21 de enero de 2019).



Figura 4.13 Hay muchas personas que padecen acidez estomacal.

1. ¿Conoces a alguien que padezca gastritis o reflujo gastroesofágico (también conocido como agruras)?
  2. ¿Qué alimentos consideras que son ácidos?
  3. ¿Por qué los alimentos muy ácidos pueden dañar al estómago?
  4. ¿Cómo puedes evitar padecimientos como la gastritis o el reflujo?
  5. ¿Por qué es conveniente tomar agua simple y potable?
- Comparte tus reflexiones con algunos compañeros.

## Los ácidos en el estómago

Cuando los alimentos llegan a nuestro estómago, en éste se produce ácido clorhídrico (HCl) que ayuda a que las enzimas puedan descomponer los alimentos que hemos ingerido. Esto ocasiona que al llegar éstos al estómago, el pH de nuestro jugo gástrico baje hasta valores cercanos a 1.0. Posteriormente se eleva un poco, de tal manera que el valor promedio está alrededor de 3.0. ¿Cómo puede resistir nuestro estómago tanta acidez? Nuestro cuerpo cuenta con mecanismos que regulan el pH de todos nuestros fluidos y, cuando estamos sanos, el pH de nuestro jugo gástrico, aunque es muy bajo, no nos ocasiona problemas, ya que las células que forman las paredes estomacales se renuevan constantemente y evitan que tengamos molestias. Además, un tipo de células, llamadas células mucosas, producen una capa de moco protectora de las paredes del estómago que protegen a nuestros tejidos porque los aísla del ácido (figura 4.14).

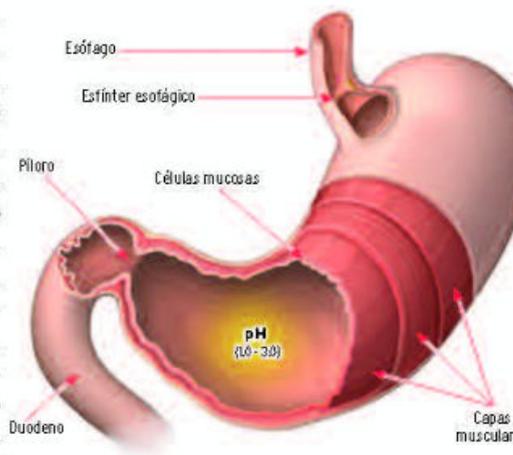


Figura 4.14 Esquema anatómico del estómago.

**Úlcera gástrica.** Lesión causada por la pérdida de los tejidos que forman el estómago. La causa suele ser la exposición a un pH muy bajo y de manera prolongada o frecuente. Cuando es muy severa esta enfermedad, se pueden perforar todas las capas de mucosa y musculares del estómago.

Durante muchos años se pensó que las **úlcera gástrica**, que son zonas de la pared estomacal que se destruyen por la acción del jugo gástrico, se veían favorecidas sólo por problemas de nerviosismo, ansiedad o el famoso estrés, además de la mala alimentación.

Sin embargo, existen algunos padecimientos en los que disminuye la producción de mucosidad, por lo que las paredes del estómago se irritan e inflaman, es el caso de la gastritis. Ésta puede ser causada por varios factores: por la ingesta excesiva de alcohol, café, aspirinas®, picante e irritantes en general. Otro factor es la infección de un microorganismo llamado *Helicobacter pylori* (figura 4.15).

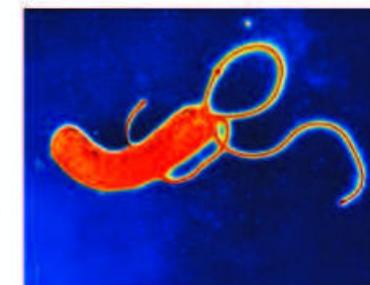


Figura 4.15 Bacteria *Helicobacter pylori*.

Actualmente, gracias a las investigaciones de los científicos australianos Barry J. Marshall (1951) y J. Robin Warren (1937) (figura 4.16) se descubrió que la bacteria es una de las causas más importantes de que el sistema de protección celular falle y se formen las úlceras.

Por otra parte, cuando comemos en exceso, especialmente alimentos muy condimentados o con mucha grasa, nuestro cuerpo detecta la



Figura 4.16 J. Robin Warren y Barry J. Marshall, tras haber descubierto la bacteria *Helicobacter pylori*.



### Perspectivas

El jugo gástrico es una mezcla de ácido clorhídrico, sales, agua y enzimas, que nos ayuda a digerir los alimentos que consumimos.

necesidad de producir más ácido para lograr digerir todo lo que está recibiendo. Este tipo de prácticas empeora los síntomas de la gastritis, que es principalmente dolor abdominal, pero que pueden incluir náuseas, vómito, pérdida de peso e inflamación.

Otro padecimiento relacionado con los ácidos del estómago es el *reflujo gastroesofágico*. En éste, un poco del jugo gástrico sube hacia el esófago y ocasiona una sensación de ardor o quemadura. Esto se debe a que los tejidos del esófago no tienen el recubrimiento especial de las paredes del estómago y por tanto se dañan con la acidez del jugo gástrico (figura 4.17).

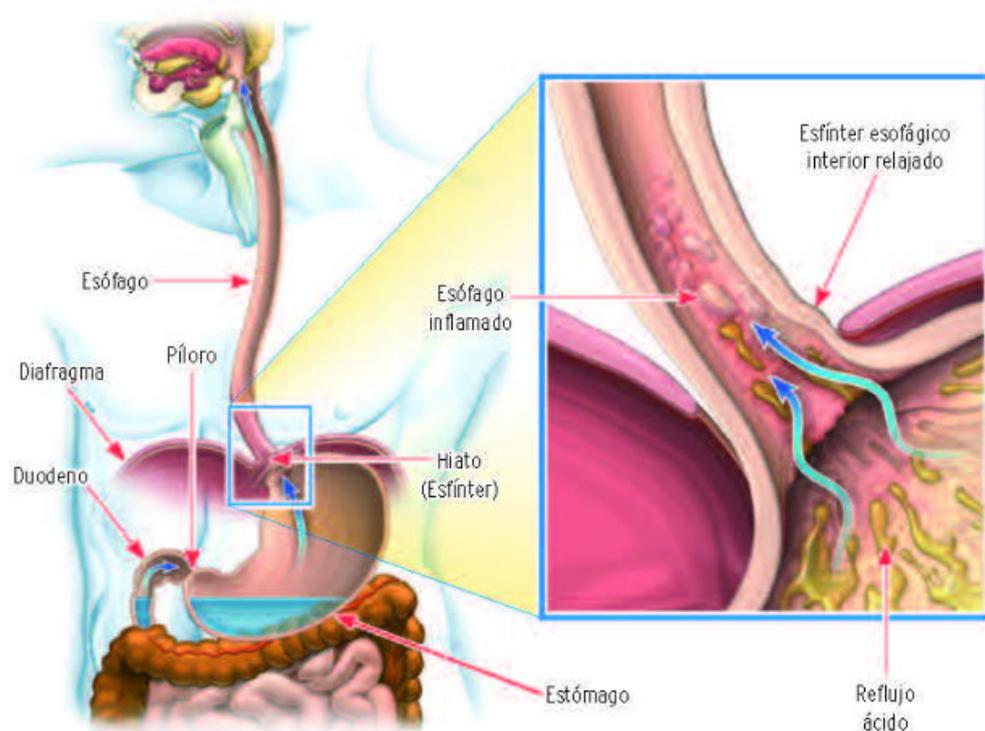


Figura 4.17 Representación del flujo gastroesofágico.

**Actividad**

**Investiga: ¿Qué causa el reflujo gastroesofágico?**

Contesta en tu cuaderno las siguientes preguntas.

1. ¿Cuáles alimentos incrementan los síntomas del reflujo gastroesofágico?
2. ¿Cómo se relaciona el reflujo con comer demasiado y con hacer ejercicio poco después de comer?
3. Si crees que sufres de reflujo gastroesofágico, ¿qué medidas deberías tomar? Comenten sus reflexiones en forma grupal.

**Alimentos recomendados y no recomendados para personas que tienen problemas estomacales relacionados con la acidez**

La gran mayoría de los alimentos que consumimos tienen un pH menor que 7, es decir, son ácidos. Sin embargo, hay algunos que tienen mayor grado de acidez y éstos son los que hay que evitar cuando se tiene algún padecimiento como los que ya mencionamos.

Algunas personas consumen muchos alimentos de escaso valor nutrimental, por ejemplo las botanas hechas con alto contenido de grasa, algo que es difícil de digerir y que ocasiona que el estómago secrete mayor cantidad de ácido y que los alimentos permanezcan por más tiempo en él, lo que contribuirá a dañar sus paredes.

Es muy importante que uses tus conocimientos y te asesores con expertos para tener una alimentación correcta. Y valora que, si no tienes problemas relacionados con los ácidos estomacales, es mejor prevenirlos.

A continuación se muestra la tabla 4.3 con algunos de los alimentos que se pueden incluir en la dieta, los que hay que tomar en poca cantidad y los que se debe evitar si se tienen padecimientos estomacales como reflujo gastroesofágico, gastritis o úlceras gástricas. Recuerda que, además de considerar que no empeoren los problemas estomacales, debes llevar una dieta balanceada de acuerdo a tu edad, sexo y nivel de actividad física.

**Te invito a...**

Leer el libro de Frenk Mora, Julio, *Triptofanito, un viaje por el cuerpo humano*, México, SEP-Planeta, 2003 (Libros del Rincón). En el que conocerás más acerca del proceso de digestión y las funciones del jugo gástrico.  
consultar el artículo de Huerta Lozada, Ricardo, "Ácidos y bases en nuestra vida diaria", en *¿Cómo ves?*, núm. 82, septiembre de 2005, disponible en [www.edutics.com.mx/4se](http://www.edutics.com.mx/4se) (Consulta: 21 de enero de 2019).

Tabla 4.3 Algunos alimentos y bebidas que se recomienda aumentar en la dieta, controlar o evitar a personas con reflujo gastroesofágico, gastritis o úlceras gástricas

Se pueden consumir	Deben consumirse en poca cantidad	Deben evitarse
Agua simple potable Infusiones herbales (manzanilla, hierbabuena)		Bebidas dietéticas y productos con edulcorantes sintéticos. Refrescos, bebidas con cafeína (café, té) y alcohólicas
Alimentos ricos en fibra soluble (avena, frutos rojos, legumbres, zanahorias, duraznos, papaya, mango, kiwi)	Frutas cítricas y jitomates Uvas Nopales	Fibra insoluble (cáscaras de frutas y verduras, salvado)
Cereales para el desayuno como hojuelas de maíz o arroz inflado	Almendras	Nueces
Pasta, pan integral, tortillas y arroz	Palomitas, pan blanco	
Galletas bajas en sal		Alimentos ricos en grasa (fritos)
Plátanos, nectarinas y chabacanos, sandía y melón		
Espinacas cocinadas	Col Lechuga	Ajo, cebolla
Caldo de pollo o sopas de verduras		
Carne sin grasa Claros de huevo Pescados y mariscos		Embutidos (tocino, salchichas, etc.) y vinagre
Yogur natural	Otros productos lácteos	
Aguacate, aceite de oliva	Chocolate	

Fuente SSA, 2016.

¿Cuáles de estos alimentos consumes cotidianamente? ¿Alguna vez has padecido gastritis o reflujo gastroesofágico o alguien en tu familia lo padece? Además de los alimentos que se incluyen en la tabla, ¿qué otros alimentos se tendrían que evitar?

### Los alimentos ácidos y la salud dental

¿Alguna vez has comido un helado y te duelen los dientes?, ¿o cuando tomas una bebida caliente? Es porque los tienes sensibles. Una de las causas de los dientes sensibles es el consumo de alimentos ácidos, que dañan el esmalte de los dientes, lo cual expone las capas más internas, haciendo que el nervio que está en el interior quede más expuesto, ocasionando sensibilidad.

Es por todos conocido, que el azúcar daña los dientes porque favorece la aparición de caries. Sin embargo, éste no es el único enemigo de nuestra salud dental. Los alimentos ácidos que consumimos, como los refrescos (normales y dietéticos), el jugo de cítricos, las bebidas energéticas, las golosinas ácidas y alimentos que contienen vinagre, ocasionan daños a los dientes.

Lo anterior no quiere decir que no puedas consumir los alimentos ácidos o bebidas como los jugos de cítricos, sino que debes hacerlo con ciertas precauciones para evitar el deterioro de tus dientes. Por ejemplo, cuando consumes alimentos ácidos, los alimentos menos ácidos que incluyas en la dieta pueden ayudar a neutralizar la acidez. Igualmente, después de consumir algún alimento ácido puedes tomar agua, lo que ayuda a disminuir la acidez. Si vas a consumir jugos o refrescos, lávate los dientes después de beberlos, para disminuir el tiempo de contacto de los ácidos con los dientes. Asimismo, es importante cepillar los dientes después de cada comida.

Y recuerda que la peor hora para consumir alimentos ácidos es antes de ir a dormir, ya que durante el sueño se disminuye la producción de saliva, que ayuda a diluir y neutralizar los ácidos.

En general, lo más recomendable es que tengas una dieta correcta en la que consumas nutrimentos de los diferentes grupos: carbohidratos, proteínas y lípidos, y evites el exceso de cualquiera de ellos, como estudiaste en la secuencia 13.

### Experimenta: ¿Es posible identificar el grado de acidez de algunos alimentos?

#### Introducción

No siempre es fácil determinar el pH de un alimento ya que generalmente la medición experimental requiere una disolución. Por lo anterior, para determinar la acidez de una papa frita o de un dulce sugerimos hacer disoluciones.

#### Material

En esta actividad pueden utilizar diferentes alimentos que tengan a su alcance, sin embargo les recomendamos usar los siguientes (figura 4.18).

- Chocolate en polvo o leche con chocolate
- Azúcar
- Sal
- Leche de vaca entera
- Café soluble
- Chiles en vinagre
- Salsa verde
- Salsa roja
- Refresco de cola
- Jugo de limón
- Vinagreta para ensaladas
- Botanas de las que se anuncian "con chile y limón"
- Agua de la llave
- Agua embotellada
- Agua de col morada
- Recipiente de un litro

**Opcional:** si tienen papel tornasol, comparen sus resultados con los que obtengan con el jugo de col morada.



Figura 4.18 Algunos materiales recomendados.

### Método

1. En equipo, preparen un indicador de pH con la col morada como lo hicieron en la secuencia anterior.
2. Recuerden las características de los ácidos y con esta información, elaboren una hipótesis en torno a cuáles de los alimentos que trajeron son más ácidos y cuáles menos.
3. Midan el pH de cada alimento.
  - a) Inicien con el agua embotellada.
  - b) Si no pueden hacer la medición de algunos alimentos, traten de disolver un poco en el agua embotellada. Por ejemplo, si disuelven un poco de café soluble o salsa de soya en agua será fácil hacer la medición, ya que así el color del alimento no les impedirá ver el color del indicador.
  - c) A medida que hagan sus mediciones, llenen la tabla 4.4. Sigán el ejemplo del jugo de limón.

Tabla 4.4 pH de algunos alimentos

Tabla 4.4 pH de algunos alimentos													
Ácido				Neutro				Básico					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Ácidos				Neutros				Básicos					
Jugo de limón													

### Análisis de resultados y conclusiones

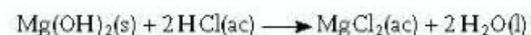
1. Contrasten sus resultados de la tabla con la hipótesis que elaboraron en el punto 2. ¿Concideron en todos los casos?
  2. ¿Encontraron algún alimento básico?
  3. ¿Cuáles fueron los alimentos con mayor acidez?
- Escriban sus conclusiones y compárenlas con las de otros equipos. Si tuvieron la oportunidad de usar papel tornasol, incluyan sus observaciones en las conclusiones.

### Sustancias que ayudan en el control de la acidez

Para disminuir los problemas asociados con los ácidos estomacales existen medicamentos llamados *antiácidos*.

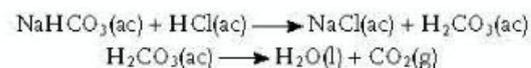
Existen varios tipos de antiácidos. Unos de ellos disminuyen la secreción de ácido clorhídrico en el estómago y otros se basan en las reacciones de neutralización que vimos en la secuencia anterior, ya que son básicos. Entre estos están los hidróxidos de

aluminio, calcio y magnesio. Ahora vamos a ver cómo actúan los medicamentos en el estómago. La siguiente ecuación describe la reacción química de neutralización entre el HCl del jugo gástrico y el hidróxido de magnesio del antiácido:



Ésta es una reacción de neutralización porque los productos formados son neutros –recordarás de la secuencia anterior que se trata de sal y agua– y así se elimina el exceso de acidez estomacal y las molestias que ésta ocasiona. Nota que en la ecuación el Mg(OH)<sub>2</sub> se indica que reacciona en estado sólido; esto se debe a que los antiácidos son en realidad **suspensiones** en las que el compuesto antiácido es un sólido en partículas muy pequeñas mezclado en agua.

También se utiliza como antiácido el bicarbonato de sodio (NaHCO<sub>3</sub>), en cuyo caso la reacción química es ligeramente diferente para formar NaCl y ácido carbónico (H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) que posteriormente se descompone:



En este caso se produce CO<sub>2</sub> por lo que al tomar medicamentos antiácidos que contienen bicarbonatos o carbonatos, se puede tener la sensación de gas que llena nuestro estómago y eructar.

**Experimenta:** ¿Es posible identificar las propiedades de las sustancias que neutralizan la acidez estomacal?

**Introducción**

Actualmente existen varios tipos de medicamentos para disminuir la acidez estomacal. Los que más se usan son los que se basan en reacciones de neutralización, pues son compuestos alcalinos que reaccionan con el ácido clorhídrico estomacal.

**Material**

- Jugo de col morada que utilizaste en la actividad anterior o papel tornasol
- Un frasco de leche de magnesia en su presentación más pequeña (por ejemplo de 60 ml) que se puede conseguir en cualquier farmacia
- Una botella de agua embotellada de 400 ml aproximadamente
- Una bolsita de bicarbonato de sodio (conocido en tiendas de abarrotes como carbonato o bicarbonato)
- Cuatro vasos transparentes
- Dos cucharas cafeteras (pequeñas)
- Un limón



Figura 4.19 Pasos del método.

**Método**

1. Etiqueten los vasos del 1 al 4 (figura 4.19 de la página 192).
2. En el vaso 1, casi lleno con agua, suspendan seis cucharaditas de leche de magnesia y escriban en la etiqueta la frase: "Mg(OH)<sub>2</sub>, hidróxido de magnesio".
3. En el vaso 2 con agua, disuelvan una cucharadita de bicarbonato de sodio y escriban en su etiqueta: "NaHCO<sub>3</sub>, bicarbonato de sodio".
4. Llenen hasta la cuarta parte los vasos 3 y 4 con agua de col, y expriman en cada uno de ellos la mitad de un limón. Midan su pH usando la escala de la actividad anterior. Junto a los números 3 y 4, anoten el pH correspondiente.
5. En el vaso 3 agreguen, una a una, cucharaditas de la suspensión de Mg(OH)<sub>2</sub> del vaso 1 ("Mg(OH)<sub>2</sub>, hidróxido de magnesio"), midiendo el pH entre cada adición, hasta que se neutralice o se llene el vaso. Anoten en su bitácora el pH final, así como el número de cucharadas que agregaron.
6. Repitan lo mismo para el vaso 4 añadiendo el NaHCO<sub>3</sub> preparado en el vaso 2.

**Análisis de resultados y conclusiones**

1. ¿Lograron neutralizar la acidez del jugo de limón agregando los antiácidos? Expliquen.
2. ¿De cuál de los dos antiácidos requirieron menor cantidad para neutralizar la acidez?
3. ¿Cómo influye la cantidad de antiácido que se usó para preparar cada solución?
4. ¿Cuáles son las propiedades de los antiácidos que permiten neutralizar la acidez?

En grupo, respondan.

¿Se puede aliviar la acidez estomacal con antiácidos? Expliquen por qué.

¿Se pueden tomar sin prescripción médica?

Al tomarlos, ¿se está tratando directamente con la causa de este padecimiento?

¡Pero cuidado! Los antiácidos, al igual que otros fármacos, se deben tomar bajo prescripción médica. Esto se debe a que el médico considera que, además de neutralizar, los antiácidos contribuyen a que nuestro sistema digestivo deje de absorber otras sustancias, por lo que no deben tomarse junto con algunos medicamentos, ya que éstos pueden perder su acción curativa. También pueden causar estreñimiento, pérdida de apetito, debilidad, náusea o dolor de cabeza. Nunca debemos automedicarnos, por simple que parezca nuestra molestia o inofensivo el remedio (figura 4.20).

**Una dieta correcta y una forma de vida saludable**

En resumen, así como el tipo de alimentos que consumimos pueden agravar los síntomas estomacales, también existen otros factores que causan estos efectos. Son ejemplos de estos factores el tomar café, dejar pasar muchas horas entre comidas y comer de prisa; el nerviosismo o la ansiedad y el muy citado estrés, ¿qué debes tomar en cuenta para cuidar tu salud?



Figura 4.20 Es recomendable asistir al médico cuando nos sentimos con molestias estomacales.

**Actividad**

**Analiza y reflexiona: ¿Sabes cómo evitar la acidez estomacal?**

1. Durante una semana anota todos los alimentos que consumes, incluye bebidas y refrigerios. ¿Cuáles de ellos pueden agravar los síntomas de la gastritis o el reflujo de acuerdo con la tabla de la página 189? ¿Cuáles pueden dañar tus dientes?
2. Teniendo en cuenta la frecuencia con que has consumido estos alimentos, clasifícalos de acuerdo con: a) si los consumes frecuentemente, b) en algunas ocasiones y c) rara vez.

¿Tienes una dieta rica en alimentos muy ácidos? ¿Tu dieta es saludable?

En forma grupal escriban en el pizarrón qué es recomendable para cuidar nuestro estómago y nuestros dientes. Incluyan particularmente la alimentación y de manera general el estilo de vida.

**Te invito a...**

consultar la página ¿Por qué necesitamos tomar agua?, en: [www.edutics.com.mx/JPV](http://www.edutics.com.mx/JPV) de la Fundación UNAM. Para conocer más razones por las que te conviene tomar agua simple potable en lugar de bebidas gaseosas o endulzadas. (Consulta: 21 de enero de 2019).

Parte de una forma de vida saludable que se relaciona con la acidez en nuestro organismo, incluye masticar bien cuando comemos, hacer ejercicio con moderación, evitar el estrés, no comer demasiado y esperar por lo menos una hora para acostarnos después de cenar (figuras 4.21 y 4.22).

Cuando decimos que el agua simple potable es tu mejor opción, no es sólo porque no contiene azúcares u otras sustancias, sino porque el agua es el transporte de la mayoría de los nutrimentos, regula la temperatura de tu cuerpo y permite la eliminación de desechos. Es importante que sea potable para asegurar que esté libre de microorganismos que pueden causarte serias enfermedades. El agua potable además ayuda a diluir los ácidos que quedaron como residuos en tu boca, protegiendo tus dientes.



**Figura 4.21** Una buena alimentación nos ayuda a mantenernos saludables.



**Figura 4.22** En una forma de vida saludable con una dieta correcta, siempre es importante incluir agua simple potable.

**Actividad**

**Reflexiona: ¿Qué te conviene beber?**

Si vas a acompañar tus alimentos con una bebida y puedes elegir entre un jugo de naranja recién exprimido, un vaso de leche, un refresco o agua simple embotellada (figura 4.23), responde.

1. ¿Cuál elegirías?
2. Escribe en tu cuaderno las ventajas y las desventajas de cada una de estas bebidas.

Compara tus respuestas con las de tus compañeros y traten de llegar a una conclusión grupal con ayuda de su profesor.



**Figura 4.23** Diferentes bebidas.

**Actividad de cierre**

**Aplica: ¿Puedes tomar decisiones para cuidar tu salud?**

Es momento de que reflexiones sobre las preguntas del inicio de esta secuencia.

1. ¿Por qué es importante moderar el consumo de alimentos que pueden ocasionar daños al estómago y los dientes?
2. ¿Cómo funcionan los antiácidos que neutralizan la acidez? ¿Qué otro tipo de medicamentos ayudan a evitar la acidez?
3. ¿Por qué es importante no automedicarse?
4. ¿Cuáles son las ventajas de que nuestra bebida más frecuente sea el agua simple y potable?

Escribe en tu cuaderno una reflexión acerca de la responsabilidad que tienes sobre tu salud. ¿Por qué es tu responsabilidad elegir entre los alimentos que puedes comer?

**Aprendizajes logrados**

Identificas alimentos que son ácidos y los que pueden causar acidez. Entiendes que no prevenir la acidez estomacal puede ocasionar otros riesgos mayores a tu salud. Comprendes cómo un compuesto básico puede neutralizar la acidez del estómago y puedes argumentar por qué no debes automedicarte. Puedes explicar las ventajas de beber agua simple potable en lugar de bebidas gaseosas azucaradas. Ahora puedes tomar decisiones que favorezcan tu salud, previniendo la acidez estomacal.

**Perspectivas**

Hemos visto que los ácidos dañan el esmalte de los dientes. El esmalte es un recubrimiento sumamente importante ya que protege al hueso y al nervio. Los ácidos también tienen un efecto en los metales que forman parte de estructuras de puentes y edificios. A este fenómeno se le llama corrosión. Investiga cómo daña la corrosión a los metales.

Importancia de las reacciones de óxido y de reducción

Número de oxidación

Aprendizajes esperados

- Identifica el cambio químico en algunos ejemplos de reacciones de óxido-reducción en actividades experimentales y en su entorno.
- Relaciona el número de oxidación de algunos elementos con su ubicación en la tabla periódica.

En las secuencias anteriores, hemos visto que en todas las reacciones químicas se rompen enlaces, se forman nuevos enlaces y como consecuencia los átomos se combinan de manera distinta formando nuevas moléculas, iones o compuestos. En esta secuencia estudiaremos un caso particular de reacciones químicas, llamadas reacciones de óxido-reducción, o simplemente reacciones redox, en las que uno o más átomos pierden uno o más electrones mientras que otros los ganan.



Actividad de inicio

Reflexiona: ¿Sabes qué es la oxidación?

En la revista digital *Investigación y Desarrollo* de 27 de enero de 2011 se publicó una noticia que de forma resumida dice: De alguna manera todos hemos observado un aguacate, manzana o durazno cuando se corta y la pulpa tiende a oxidarse tomando un color oscuro, como se ve en la figura 4.24. Hay un cambio químico que se debe a la reacción que tiene lugar entre la pulpa y el aire mediante la enzima polifenoloxidasas contenida en la pulpa. Muchas plantas presentan un mecanismo de defensa ante una plaga que pudiera perforar sus frutos, de manera que la pulpa oxidada forma una capa que evita la infección más allá del punto de origen.

Especialistas mexicanos del Centro de Investigación en Biotecnología Aplicada (CIBA), Unidad Tlaxcala del IPN, diseñaron un equipo para aplicar un campo eléctrico capaz de inhibir la polifenoloxidasas en el aguacate sin causar cambios en el fruto. Con esta investigación la vida útil de la pulpa del aguacate, que normalmente dura en buen estado un día, podría extenderse con un empaque adecuado hasta por un mes o más, luego de ser tratado bajo el sistema de campo eléctrico.



Figura 4.24 Diferentes tiempos de exposición al aire de un aguacate.

Fuente: Rojas, Marlon, "Estudio de la polifenoloxidasas de pasta de aguacate tratada con campos eléctricos de diferentes frecuencias empleando medidas espectrofotométricas e infrarrojas", CIBA-IPN Tlaxcala, 2006, disponible en [www.edutics.mx/1m6](http://www.edutics.mx/1m6) (Consulta: 21 de enero de 2019).

1. ¿La oxidación es un cambio químico? ¿Cómo lo sabes?
2. ¿Cómo sabemos que ha ocurrido una reacción química al estar el aguacate en contacto con el aire?
3. ¿Por qué es conveniente evitar la oxidación del aguacate y otras frutas?
4. ¿Qué otras frutas, además de las que se mencionan en los párrafos de arriba, sufren cambios parecidos al del aguacate?
5. ¿Hay similitudes entre las reacciones en las frutas y las que observamos de formación de herrumbre en algunas piezas de hierro? ¿Cuáles?

Figura 4.25 El herrumbre se produce por una reacción redox.



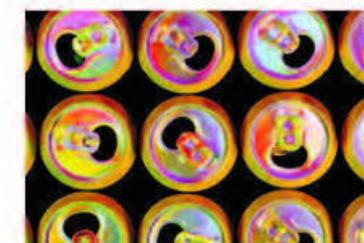
Algunos ejemplos de reacciones de óxido-reducción

Además del ennegrecimiento de las frutas, seguramente habrás observado que los marcos de hierro de las ventanas, después de algún tiempo, cambian de color e incluso se deshacen y forman un polvo color café que llamamos *herrumbre* (figura 4.25 de la página 196). En este caso decimos que el hierro se ha oxidado. En general se le llama *corrosión* a los procesos en que un metal se oxida por causa de sustancias, como el  $O_2$  presente en el ambiente. Por otra parte, el oro siempre ha sido muy apreciado, entre otras cosas, porque prácticamente no se oxida.

Aunque no las identificamos como reacciones de oxidación, una gran cantidad de procesos que observamos cada día se deben a este tipo de reacciones (figura 4.26). A continuación te damos algunos ejemplos:

- La combustión de la gasolina, diesel y otros combustibles en los motores de autos y camiones, o del gas LP, el gas natural o la leña en las cocinas de nuestros hogares
- La fotosíntesis
- La respiración
- La producción de materiales como el acero o el aluminio
- El teñido del cabello
- El uso de pilas, baterías y acumuladores
- La maduración de las frutas y la descomposición de los alimentos

Figura 4.26 Muchas reacciones a nuestro alrededor: a) y b), y muchas otras que forman parte del metabolismo de los seres vivos: c), son reacciones redox.



Experimenta: ¿Sabes cómo evitar la oxidación de las manzanas?

Introducción

El cambio a color café que observamos en algunas frutas las hace menos apetitosas; en la industria alimentaria, los restaurantes y aun en casa, se buscan maneras para que no se ennegrezcan poco tiempo después de haberlas partido, como la manzana.

Material

- Una manzana entera
- Un limón
- Una tabla para cortar
- Plástico transparente adhesivo
- Barniz transparente para uñas
- Un cuchillo de cocina

Método

1. Con cuidado de no lastimarse, corten la manzana en cuatro partes y numérenlas del 1 al 4.
2. Dejen el primer trozo encima de una mesa en contacto con el aire. Ésta será una muestra control, es decir, que todos los cambios que observen deben compararlos con esta muestra para tener una referencia de cuánto cambian los trozos de manzana. Envuelvan completamente el segundo pedazo con plástico adhesivo transparente. Froten con jugo del limón toda la zona sin cáscara del tercer trozo. Por último, recubran con el barniz de uñas toda la parte que no tiene cáscara de la última porción.
3. Formulen una hipótesis acerca de si alguno o algunos de los trozos van a cambiar de color. ¿Interviene el oxígeno del aire en estas reacciones? Justifiquen su respuesta.
4. Esperen 1 hora, haciendo observaciones cada 20 minutos. Anoten sus observaciones en la bitácora.

**Análisis de resultados y conclusiones**

1. Comparen sus resultados con la hipótesis que plantearon. ¿Acertaron en todos los casos?, ¿en cuál o cuáles hubo cambio de coloración con respecto a la muestra control?
  2. ¿Interviene el oxígeno del aire en el cambio de coloración? ¿Cómo pueden saberlo?
  3. En su opinión, ¿los tratamientos que se les dieron a los trozos sirvieron para acelerar la reacción de oxidación o para frenarla? Expliquen cada caso.
  4. ¿Qué harían para acelerar el proceso de oxidación?, ¿y para retardarlo?
- Entre todo el grupo concluyan, ¿cómo pueden aplicar lo que aprendieron en la cocina de su casa?, ¿por qué no pueden usar barniz para uñas para proteger sus alimentos?

**¿Qué es la oxidación?**

Se le llama oxidación al cambio químico que involucra un proceso en el que una especie química pierde uno o más electrones durante la reacción química. Esta especie puede ser un átomo, un ion o una molécula neutra. Como ya sabes, en toda reacción se tiene que cumplir la Ley de conservación de la masa, por lo que si alguna especie pierde electrones, otra especie debe ganarlos. Así, cuando una especie química (átomo, molécula o ion) se oxida, los electrones que pierde los cede a otra especie que los gana y por tanto decimos que se reduce. Por esta razón a la especie que se oxida se le llama *reductora*. De forma análoga, una especie que se reduce, toma los electrones de otra especie que los pierde, es decir, que se oxida. Así la especie que se reduce es una especie oxidante. Por ejemplo, en la ecuación de la reacción:



el ion  $\text{Cu}^{2+}$  se reduce (gana 2 electrones, pasa de  $2+$  a  $0$ ) y es la especie oxidante porque oxida al  $\text{Zn}^0$ . El átomo  $\text{Zn}^0$  se oxida (pierde 2 electrones, pasa de  $0$  a  $2+$ ) y es la especie reductora porque reduce al ion  $\text{Cu}^{2+}$ . Las reacciones de oxidación y de reducción no pueden ocurrir de forma aislada, siempre van asociadas una con la otra. De aquí el nombre de reacciones de óxido-reducción, o reacciones redox. Estas reacciones son tan comunes que es difícil encontrar un proceso industrial donde no haya al menos una de este tipo. Como podrás suponer, hay una relación directa entre la palabra oxidación y el elemento oxígeno: esto se debe a que en muchas reacciones de oxidación efectivamente interviene este elemento, pero ya veremos que no siempre es así.

**Relación de los procesos de transferencia de electrones con la oxidación y la reducción**

La esencia de las reacciones redox es entonces una transferencia de electrones de la especie que se oxida a la especie que se reduce. Este movimiento de electrones de una especie a otra genera energía (energía eléctrica). Algunas veces es posible utilizar esta energía de los electrones en movimiento (por ejemplo en las pilas), pero en la naturaleza ocurren millones de reacciones redox de las que no podemos aprovechar ninguna energía; el principal ejemplo son la gran cantidad de reacciones en las que se forman compuestos del oxígeno con otros elementos. Si estudiamos la composición de la corteza terrestre notaremos que todos los principales compuestos son óxidos, observa la tabla 4.5 de la página 199.



**Perspectivas**

En tu curso de Biología, estudiaste que la respiración es un proceso de combustión que produce  $\text{CO}_2$ .

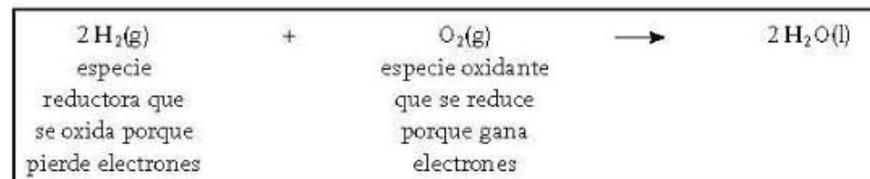
**Tabla 4.5 Algunos de los principales compuestos en la corteza terrestre**

Compuesto	Fórmula	% Composición en masa
Sílice	$\text{SiO}_2$	60.2
Alúmina	$\text{Al}_2\text{O}_3$	15.2
Óxido de calcio	$\text{CaO}$	5.5
Óxido de hierro(II)	$\text{FeO}$	3.8

Fuente: Brown, Geoff C.; Mussett, Alan E. (1981). *The Inaccessible Earth* (2nd ed.). Taylor & Francis. p. 166.

Notarás que en la tabla anterior no aparece el agua, esto se debe a que sólo representa 1.4% en masa de la corteza terrestre. En todos estos compuestos, el oxígeno actúa precisamente como una especie oxidante (es decir, se reduce porque gana electrones). Los otros elementos son especies reductoras, pues en cada caso transfieren o pierden sus electrones (es decir, se oxidan).

Analicemos el agua en particular durante su síntesis a partir de hidrógeno y oxígeno, el primero actúa como agente reductor, pierde electrones y, por tanto, se oxida:



**Figura 4.27** Representación de la formación de una molécula de agua considerando átomos separados. En realidad, el hidrógeno y el oxígeno se encuentran como especies diatómicas:  $\text{H}_2$  y  $\text{O}_2$ .

Recuerda que de acuerdo con la Ley de conservación de la masa, los electrones perdidos por la especie reductora son los mismos que los ganados por la especie oxidante. Como el átomo de hidrógeno sólo puede perder un electrón y el de oxígeno gana dos electrones, se requieren dos átomos de hidrógeno por cada átomo de oxígeno y por esto se pone el coeficiente 2 en el  $\text{H}_2$  para balancear la reacción (figura 4.27).

**Experimenta: ¿Es posible obtener oxígeno e hidrógeno a partir del agua?**

**Introducción**

Por ser un compuesto muy estable, es prácticamente imposible que el agua se descomponga de manera natural para formar nuevamente los reactivos iniciales que son  $\text{H}_2$  y  $\text{O}_2$ . Sin embargo, esta reacción de descomposición del agua, llamada electrólisis, se puede lograr si aplicamos energía.

**Material**

- Un vaso con agua
- Una cucharada de sal
- Una pila AA
- Una pila de 9 V (cuadrada)
- Dos pedazos de alambre o cable de cobre de 20 cm de longitud
- Pinzas mecánicas o para electricista con mangos aislados, es decir, recubiertos de plástico

**Método**

Antes de empezar, en equipo, identifiquen en la pila cuadrada los electrodos (los bordes salientes de la pila) y determinen cuál es el que tiene signo negativo (a éste se le llama *cátodo*) y cuál tiene signo positivo (a éste se le conoce como *ánodo*) (figura 4.28).



**Figura 4.28** Paso del método.

1. Con la supervisión de su profesor, llenen con agua de la llave un vaso de vidrio y coloquen en su interior una pila AA. ¿Observan algún cambio? Si es así, ¿corresponde a una reacción química? Recuerden lo que vieron en la secuencia 12 acerca de cómo identificar si está ocurriendo alguna reacción química.
2. Con las pinzas, sin que el agua toque su piel, extraigan la pila AA y ahora coloquen dentro del agua una pila de las llamadas cuadradas como se muestra en la figura. ¿Observan alguna diferencia?
3. ¿Qué piensas que sucederá si añaden una cucharada de sal común (NaCl) al agua? ¿Creen que haya un cambio?, ¿por qué? Escriban su hipótesis en su bitácora.
4. Ahora con cuidado añadan la cucharada de sal, y fíjense en lo que ocurre en cada electrodo. ¿Observan alguna reacción química?, ¿qué evidencias tienen de ello? ¿Hay un cambio al agregar la sal? Expliquen sus observaciones y contrástenlas con su hipótesis.
5. Registren sus resultados y sus observaciones en su bitácora.
6. Recuerden no sacar la pila del agua con las manos, sino con las pinzas.

**Análisis de resultados y conclusiones**

1. ¿Qué proceso ocurrió cuando sumergieron las pilas en el agua?, ¿consideran que son diferentes las reacciones con la pila AA y la pila cuadrada?
2. ¿Qué sucede al añadir la sal? Expliquen los cambios observados.
3. Comparando la cantidad de burbujas en cada electrodo, ¿dónde hubo más, en el cátodo o en el ánodo?
4. ¿En qué electrodo podrían decir que se obtuvo hidrógeno y en cuál oxígeno?, ¿cómo lo saben?
5. Escriban la ecuación química para este proceso. No olviden balancearla.

Entre todo el grupo analicen por qué se considera una reacción redox la que observaron. Una vez terminada la actividad, coloquen en un recipiente el agua usada y entréguelenla a su profesor.

**Oxidación y reducción**

En la actividad anterior observaste el proceso de la electrólisis del agua. Ya que en el cátodo hay un exceso de electrones, los dos H<sup>+</sup> de la molécula de agua los ganan, y se *reducen* formando hidrógeno gaseoso (H<sub>2</sub>). Estos electrones proceden del átomo de oxígeno del agua (O<sup>2-</sup>), que se *oxida* en el ánodo.

Los elementos parecidos al oxígeno (no metales) tienden a tomar o aceptar electrones, y por otra parte, los metales tienden a ceder o perder sus electrones frente a los no metales.

**Actividad**

**Identifica:** ¿Sabes qué átomos se oxidan y cuáles se reducen?

Con lo que han visto hasta ahora, en parejas determinen qué especie se oxida y cuál se reduce, durante las reacciones que se enlistan. En la tabla 4.6 coloquen una "O" si la especie se oxida y una "R", si se reduce.

Tabla 4.6 Reacción de formación de:		
	Especie	Especie
Cloruro de Sodio	Cloro ( )	Sodio ( )
Fluoruro de Litio	Flúor ( )	Litio ( )

Compartan sus resultados con otros equipos; si hay diferencias discutan cuáles pueden ser las razones.

**Te invito a...**

consultar el artículo de Jacott, Marisa, "Pilas y baterías: tóxicos en casa", México, Greenpeace, 2006, disponible en [www.edutics.mx/J7P](http://www.edutics.mx/J7P) (Consulta: 21 de enero de 2019).

**Las reacciones redox**

Uno de los procesos redox más comunes es la oxidación de los metales, donde el oxígeno se reduce y el metal se oxida; sin embargo, hay metales como el oro que no muestran signos de oxidación. El oxígeno puede tomar los electrones de átomos como el zinc y el hierro pero no los del oro o del platino, por ejemplo.

Algo similar sucede cuando ponemos un metal en contacto con un ácido. Si ponemos una pieza de zinc dentro de una disolución de ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), el zinc se oxida y forma iones Zn<sup>2+</sup>. En cambio, si ponemos una pieza de oro o de platino en la misma disolución de ácido sulfúrico no ocurre ninguna reacción (figura 4.29).

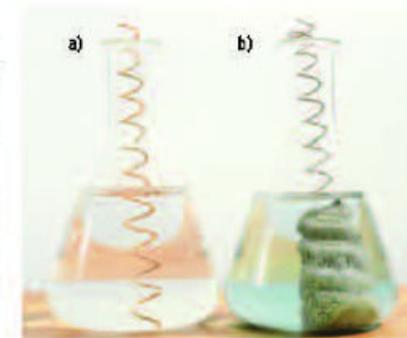
Para que se lleve a cabo la reacción redox también se requiere que el átomo que va a recibir los electrones tenga la energía suficiente para "arrancarlos" de la especie que se oxida. Un átomo no se puede oxidar por sí solo, ya que no puede perder los electrones y que éstos queden aislados o sueltos.

La capacidad de los átomos de oxígeno para tomar o no los electrones de otra especie puede compararse con la energía potencial que estudiaste en Física. Podemos imaginar que los electrones del hierro y del oro están ubicados en diferentes peldaños de una escalera y, por tanto, tienen diferente energía potencial (figura 4.30). Si suponemos que los electrones tienden a caer como si fueran pelotas, los electrones del hierro estarían en un piso más alto que los del oxígeno, y los del oro en un piso más abajo. De esta manera los electrones del hierro pueden "caer" hacia el oxígeno pero los del oro no pueden "subir". Otro ejemplo es el del zinc en ácido sulfúrico: el átomo de zinc pierde sus electrones y se oxida, porque sus electrones "caen" al nivel de los iones hidrógeno H<sup>+</sup>, pero esto no sucede en el caso del oro. Por esta razón los iones H<sup>+</sup> del H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pueden disolver el zinc pero no el oro.

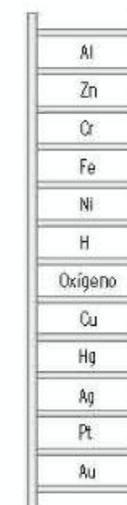
Si observas nuevamente la figura 4.30 notarás que el aluminio tiene mayor tendencia a oxidarse que el hierro. Entonces, ¿por qué se prefiere usar marcos de aluminio en las ventanas y se dice que resisten más la oxidación? La respuesta está en el tipo de óxido que se forma. En el caso del hierro, el óxido que se forma y que conoces como herrumbre, es un polvo que se cae fácilmente y permite que el hierro siga oxidándose. Al contrario, el óxido de aluminio (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) se adhiere con gran fuerza a la superficie del metal y forma una película protectora que evita que el metal siga oxidándose. De hecho, los marcos de aluminio se oxidan a propósito para producir la capa protectora y por esto se le llama *aluminio anodizado*. Además, el color del óxido de aluminio es muy similar al del aluminio metálico, por lo que no se nota el proceso de oxidación.

Si colocamos una pieza de zinc (Zn) en una disolución ácida –y que por ende contiene protones H<sup>+</sup>–, la pieza metálica reacciona y observamos la formación de burbujas (figura 4.31 de la página 202).

La ecuación de la reacción redox que se lleva a cabo es la siguiente:



**Figura 4.29** Metales que se oxidan y que no se oxidan en ácido sulfúrico: a) oro y b) zinc.



**Figura 4.30** Los átomos de hierro forman compuestos con los átomos de oxígeno, no así los del oro.

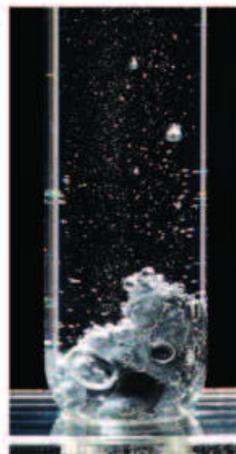


Figura 4.31 La disolución del zinc en medio ácido es una reacción redox en la que no interviene el oxígeno.

Una convención para identificar que hay átomos sin carga es poner un cero como superíndice, esto aplica en el caso de átomos y moléculas de elementos, así en el caso del zinc éste es neutro, y el hidrógeno como molécula también es neutro.

Analizando la ecuación, sabemos que las burbujas que observamos en la figura 4.31 son de hidrógeno. En esta reacción tenemos entonces dos especies con carga eléctrica:  $H^+$  y  $Zn^{2+}$ , y dos especies sin carga:  $Zn$  y  $H_2$ . Se trata de una reacción redox porque el zinc pierde dos electrones para convertirse en un catión  $Zn^{2+}$  y, por tanto, se oxida. El complemento es la reducción de los dos protones  $H^+$  que *ganan* dos electrones para convertirse en una molécula neutra de hidrógeno, y entonces los iones  $H^+$  se reducen. Como el  $Zn$  pierde dos electrones y el  $H^+$  sólo gana uno, se requieren dos  $H^+$  por cada átomo de  $Zn$ ; de ahí el coeficiente 2 para los protones  $H^+$  con lo que la ecuación queda balanceada. En la siguiente actividad analizarás algunos ejemplos.

**Actividad**

**Analiza e identifica: ¿Cuál es la especie oxidante y cuál es la especie reductora?**

1. Lee el texto.

En todas las reacciones redox debe haber una especie reductora y otra oxidante. Como sucede en todas las reacciones químicas, para que una reacción redox esté correctamente escrita, la ecuación química que la representa debe estar balanceada y en este caso el balanceo no sólo debe considerar los átomos presentes en los reactivos y en los productos sino, además, que el número de electrones perdidos por las especies que se oxidan sea el mismo número de electrones ganados por las especies que se reducen.

2. Apoyándote en el texto anterior analiza la reacción siguiente.



a) Completa las frases.

La especie que se oxida es \_\_\_\_\_ La especie que se reduce es \_\_\_\_\_

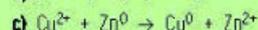
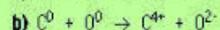
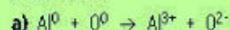
La especie reductora es \_\_\_\_\_ La especie oxidante es \_\_\_\_\_

La especie que gana electrones es \_\_\_\_\_ La especie que pierde electrones es \_\_\_\_\_

b) Resuelve, ¿cuál de las siguientes es la ecuación balanceada correctamente?

- $2Mg^0 + H^+ \rightarrow Mg^{2+} + H^0$
- $Mg^0 + 2H^+ \rightarrow Mg^{2+} + 2H_2^0$
- $Mg^0 + 2H^+ \rightarrow Mg^{2+} + H_2^0$

3. Analiza cuáles son las especies que se oxidan y cuáles las que se reducen en las siguientes reacciones.



4. ¿Las ecuaciones anteriores están correctamente balanceadas? Si es necesario balancéalas. Comparte tus respuestas con un compañero.

**El número de oxidación**

Como vimos en las páginas anteriores, los términos "reducción" y "oxidación" están asociados a la ganancia o pérdida de electrones que pueden tener los átomos durante una reacción química. De igual manera, cuando estudiamos los diferentes tipos de enlaces comentamos que se deben a la manera en que se distribuyen los electrones entre los átomos.

Cuando los átomos se combinan para formar compuestos no lo hacen de manera azarosa, sino de acuerdo con su posición en la tabla periódica. La regla del octeto por ejemplo, indica que los átomos tienden a ganar o perder electrones para tener una configuración electrónica igual a la de los gases nobles. Por ejemplo, el átomo de sodio (Na) pierde un electrón para tener la configuración electrónica del neón (Ne), y el cloro (Cl) gana un electrón para tener la configuración del argón (Ar) (figura 4.32). Observa la tabla periódica en la página 102. De esta forma, el sodio pierde un electrón y se convierte en un catión  $Na^+$ ; y el cloro gana un electrón y se convierte en un anión  $Cl^-$ .

Durante este proceso, se combinan para formar el cloruro de sodio (NaCl). Puesto que el sodio queda con carga positiva y el cloro con carga negativa el enlace entre ambos átomos es de tipo iónico.

En general, podemos suponer que el elemento que tiene más propiedades de no metal (hacia arriba y a la derecha en la tabla periódica) gana los electrones, y el de mayor carácter metálico (zona izquierda en la tabla periódica) tiende a cederlos. De esta manera en el óxido de sodio ( $Na_2O$ ), el oxígeno es más no metálico y gana los electrones, el sodio es más metálico y por lo tanto pierde los electrones. En los casos del dióxido de silicio ( $SiO_2$ ) y el dióxido de azufre ( $SO_2$ ) también es el oxígeno el que gana los electrones por estar más arriba en la tabla periódica y por esto tener mayor carácter no metálico.

En un compuesto como el  $SiO_2$  cada átomo de oxígeno tiene una carga de  $-2$  y cada átomo de silicio una carga de  $+4$ ; de esta manera la molécula es neutra. A estas cargas se les llama *número de oxidación* o *estado de oxidación*. Este número les sirve a los químicos para saber si al formarse el compuesto los átomos perdieron o ganaron electrones, esto es, si se oxidaron o se redujeron.

Para asignar números de oxidación a los átomos que forman un compuesto debemos seguir varias reglas, porque de otra manera es fácil confundirnos. Por ejemplo, el número de oxidación del carbono en el metano ( $CH_4$ ) es de  $-4$  pero en el dióxido de carbono ( $CO_2$ ) es de  $+4$ . ¿A qué se debe esta diferencia? Podemos ver que en el caso del metano, el carbono tiene mayor carácter no metálico (considerando su posición en la tabla periódica) que el hidrógeno, y por esto gana los 4 electrones. En el dióxido de carbono, el oxígeno es el que tiene mayor carácter no metálico (considerando de nuevo su posición en la tabla periódica) que el carbono, por lo que éste perderá electrones. El número de oxidación del oxígeno casi siempre es  $-2$  y por esta razón en el  $CO_2$  el número de oxidación del carbono tiene que ser  $+4$  ya que la molécula tiene que ser neutra (ya que hay dos átomos de oxígeno en la molécula). En el caso del hidrógeno, éste generalmente tiene una valencia de  $+1$ , pero también se combina con metales para formar compuestos llamados hidruros, y entonces su número de oxidación es  $-1$ .

Algunas otras reglas para asignar números de oxidación son las siguientes:

- En un elemento aislado, el número de oxidación de los átomos es cero; por ejemplo, carbono (C), sodio (Na), oro (Au), nitrógeno ( $N_2$ ), oxígeno ( $O_2$ ), ozono ( $O_3$ ).
- En un ion la carga y el número de oxidación son iguales. El número de oxidación del  $Na^+$  es  $+1$  y el del  $Cl^-$  es  $-1$ .
- Para moléculas que son neutras, la suma de los números de oxidación de los átomos que la forman tiene que ser cero. Por ejemplo, en el óxido de aluminio,  $Al_2O_3$ , tenemos dos átomos de  $Al^{3+}$  y 3 átomos de  $O^{2-}$ . La suma es:

$$[2 \times (+3)] + [3 \times (-2)] = +6 - 6 = 0$$

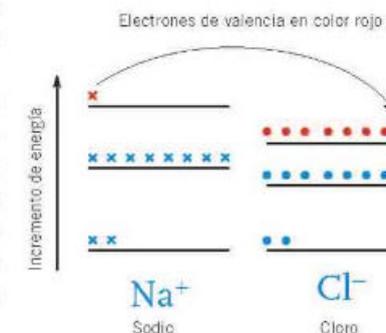


Figura 4.32 En la formación del cloruro de sodio, el sodio pierde un electrón y el cloro lo gana.

Una definición más general de una reacción de oxidación tiene en cuenta solamente la presencia de un cambio en el número de oxidación, es decir, en una reacción de tipo redox el elemento que se oxida es el que incrementa su número de oxidación. Por ejemplo, si antes del cambio químico había  $Fe^{2+}$  y después del cambio quedó como  $Fe^{3+}$ , entonces el Fe se oxida porque pasa de un número de oxidación +2 a un número de oxidación +3, es decir, perdió un electrón.

**Actividad**

**Descubre:** ¿Se puede relacionar el número de oxidación con la posición de los elementos en la tabla periódica?

Lee el texto y resuelve.

La tabla periódica está organizada en grupos que van del 1 al 18. Para los elementos de los primeros dos grupos los números de oxidación son positivos ya que estos elementos tienen tendencia a perder electrones para cumplir con la regla del octeto. Además el número de oxidación coincide con el grupo, esto es, +1 para el grupo 1 y +2 para el grupo 2. Por el contrario, para los grupos 16 y 17, los elementos tienden a ganar electrones para adquirir la configuración de gas noble y por esto sus números de oxidación suelen ser negativos, -2 para el grupo 16 y -1 para el grupo 17. Sin embargo hay excepciones como en el caso que ya vimos del  $SO_2$ ; si ambos elementos pertenecen al mismo grupo, el de mayor carácter no metálico será el que gane los electrones y tendrá así un número de oxidación más negativo o menos positivo.

1. Con la información anterior, ubica los elementos Ba, Cu, Cs, Al, B, Mg, Cl, S, Fe, P, N y predice el número de oxidación que pueden tener.
2. Utilizando las reglas para determinar números de oxidación, determina los números de oxidación de cada uno de los átomos que integran los siguientes compuestos:  $CaCl_2$ ,  $N_2O_4$ ,  $O_2$ ,  $O_3$  (ozono),  $PCl_5$ ,  $MgO$ ,  $V_2O_5$ ,  $NO$ ,  $Fe_2O_3$  e  $NaH$  (hidruro de sodio). Considera el siguiente ejemplo para el cloruro de aluminio ( $AlCl_3$ ) (tabla 4.7).

Tabla 4.7 Ejemplo del cloruro de aluminio

	Al	Cl
Número de oxidación	+3	-1 (está en el grupo 17 y es un no metal)
Número de átomos en la molécula	1	3
Carga total	+3	$-1 \times 3 = -3$
Suma de cargas		$+3 - 3 = 0$

Comparte con algunos compañeros los resultados de la tabla. Pidan a su maestro que los valide.

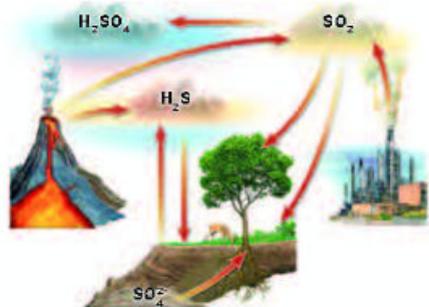


Figura 4.33 El azufre tiene varios números de oxidación. Forma varios tipos de compuestos a lo largo del ciclo del azufre en la atmósfera y la corteza terrestre.

**Las excepciones a la regla**

La tendencia a cumplir con la regla del octeto nos ayuda a comprender y determinar los números de oxidación más comunes. Sin embargo, en algunos casos la evidencia experimental demuestra que hay elementos con varios números de oxidación que no se explican por la regla del octeto (figura 4.33), debido a las diferentes maneras en que se acomodan los electrones del átomo. Por ejemplo, el osmio puede tener números de oxidación desde 0 hasta +8.

Para identificar cuando hay una oxidación o una reducción tenemos que ser cuidadosos al analizar los cambios en los números de oxidación. Algunos átomos de un elemento pueden cambiar de número de oxidación mientras que otros permanecen sin cambio.

Un ejemplo es la reacción de sodio metálico con agua, cuya ecuación es:



En este caso el sodio pasa de 0 a +1, esto es, pierde un electrón y por tanto se oxida. El número de oxidación del oxígeno en el agua es -2 y en el NaOH, también, por lo que no cambia. Finalmente, el H en el agua tiene un número de oxidación de +1 y también de +1 en el NaOH por lo que no hay cambio. Sin embargo, el número de oxidación del H en la molécula de  $H_2$  es cero, por lo que pasa de +1 a cero y por lo tanto ganó un electrón y se redujo.

**Actividad**

**Reflexiona:** ¿Conoces reacciones redox como fuentes de energía?

Actualmente, la principal fuente de energía son los combustibles fósiles, como el petróleo, pero sabemos que al quemar estos combustibles se generan grandes cantidades de contaminantes; es por eso que a principios del siglo XXI comenzaron a tomar fuerza las fuentes de energía renovables.

Una de las alternativas más interesantes son las celdas de combustible de hidrógeno, el combustible más limpio que conocemos. Al "quemarse" el hidrógeno con oxígeno mediante una reacción redox, sólo se produce agua:



¿Por qué no se usa esta tecnología en lugar de la quema de combustibles fósiles?

**Actividad de cierre**

**Concluye y aplica:** ¿Puedes identificar reacciones redox en tu entorno?

Es momento de que reflexiones sobre las preguntas del inicio de esta secuencia.

1. ¿Qué reacciones redox ocurren a tu alrededor? Menciona alguna.
2. ¿Hay similitudes entre estas reacciones en las frutas y las que observamos de formación de herrumbre en algunas piezas de hierro? ¿Cuáles son?
3. ¿Qué provocó la oxidación del aguacate de la situación de inicio?
4. En grupo, discutan los siguientes puntos.
  - a) Nuestra atmósfera contiene una gran cantidad de oxígeno. ¿Cómo clasificarían a la atmósfera, como un medio oxidante o como un medio reductor?, ¿por qué?
  - b) En las ciudades industriales, a menudo hay importantes cantidades de monóxido de carbono (CO) que puede transformarse en dióxido de carbono ( $CO_2$ ). Explica si la atmósfera de este tipo de ciudades tiende a ser oxidante o reductora.
  - c) El cloro se utiliza para desinfectar agua, es decir, dependiendo del microorganismo, lo mata o inhibe su proliferación. Considerando que es un no metal muy reactivo ¿tendrá efecto reductor u oxidante?

Escriban en el pizarrón una lista de reacciones redox que ocurran en su vida diaria.

**Aprendizajes logrados**

Puedes identificar que las reacciones redox provocan cambio químico. Explicaste qué es oxidación y reducción; así como qué es una especie oxidante y una especie reductora. Comprendiste que las reacciones redox están presentes en tu vida diaria.

Ahora también puedes explicar qué es el número de oxidación de un elemento y su relación con la posición del elemento en la tabla periódica y por qué en una reacción redox siempre hay cambios en el número de oxidación de varias sustancias.

**Perspectivas**

Para el desarrollo de tu proyecto de fin de bloque, reflexiona sobre la siguiente pregunta.

¿Qué métodos se utilizan para evitar la corrosión en los barcos que navegan en el mar?

Sostenibilidad

Características y representaciones de las reacciones redox

Aprendizaje esperado

- Analiza los procesos de transferencia de electrones en algunas reacciones sencillas de óxido-reducción en la vida diaria y en la industria.

En las reacciones redox hay una transferencia de electrones de la especie que se oxida a la que se reduce, y este flujo de electrones se puede aprovechar para transformar la energía química de los reactivos en energía eléctrica. Éste es el principio de funcionamiento de las pilas, un invento del siglo XIX que en nuestros días tiene una importancia definitiva en el desarrollo tecnológico y en la cotidianidad.

Actividad de inicio

Reflexiona: ¿Cómo funcionan las pilas?

Una de las principales aplicaciones de las reacciones redox son las pilas y baterías que usamos a diario. Lee la siguiente noticia que apareció en el periódico *La Jornada*.

Creció 13 veces consumo de pilas en México

23 de mayo de 2011. En México el consumo de pilas se incrementó 13 veces en la pasada década, al pasar de 2 mil 500 toneladas en 1996 a 32 mil 900 toneladas en 2007. En promedio se comercializaron 600 millones de pilas y baterías al año, de las cuales 200 millones fueron pirata.

José Antonio Guevara García, catedrático de la Universidad Autónoma de Tlaxcala (UAT), señaló que no existe un marco legislativo que regule su uso y desecho, por lo que es urgente un plan o modelo de gestión que controle los residuos, que pueden ocasionar graves daños ambientales y a la salud (figura 4.34).

Poy Solano, Laura, "Creció 13 veces consumo de pilas en México: UAT", en *La Jornada*, 23 de mayo de 2011, disponible en [www.dutics.com.mx/jeC](http://www.dutics.com.mx/jeC) (Consulta: 21 de enero de 2019).



Figura 4.34 Las pilas han facilitado el desarrollo de la tecnología pero también han ocasionado problemas ambientales.

Costano

- En muchas reacciones redox intervienen iones; ¿qué es un ion?
- ¿En todas las reacciones redox participa el oxígeno? Explica.
- ¿Cómo funciona una pila?
- Para facilitar la lectura, ¿cómo se expresan en notación científica los kilogramos de pilas que se consumieron en México en 2007?
- ¿Por qué se dice que puede afectar nuestro entorno el uso no regulado de las pilas?

Reacciones redox en la vida diaria  
El funcionamiento de pilas y baterías

La esencia de las reacciones redox es la *transferencia de electrones*, esto es, el paso de los electrones desde un átomo que se oxida hacia un átomo que se reduce. En algunos casos, en una misma reacción química, pueden ser más de una las especies que se oxidan y más de una las que se reducen.

Uno de los aspectos más importantes de las reacciones redox en nuestra vida diaria se basa en lograr que la transferencia de electrones se haga a través de un cable metálico y con esto se produzca una corriente eléctrica, que se puede aprovechar para encender un foco como en las linternas, mover un motor pequeño como en las rasuradoras o activar circuitos como en los teléfonos celulares, audífonos para sordera (figura 4.35) y una gran cantidad de dispositivos que usamos a diario.



Figura 4.35 Los audífonos requieren pilas.

De esta manera, se logra transformar la energía química contenida en los reactivos, en energía eléctrica. En algunos casos se ha logrado crear pilas recargables en las que se puede usar energía eléctrica para transformar los productos obtenidos en la reacción en los reactivos iniciales.

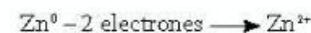
El nombre *pila* se debe a que Alessandro Volta (1745-1827), un científico italiano, fue el primero en descubrir que "apilando" o "formando una pila" con discos de diferentes metales alternados, se generaba una corriente eléctrica. Volta construyó su pila con discos de plata y de zinc, o cobre y zinc, separándolos con unas esponjas o piezas de tela mojadas con agua salada.

En la pila de Volta se forman iones de plata ( $Ag^+$ ), de zinc ( $Zn^{2+}$ ) y de cobre ( $Cu^{2+}$ ) y estos iones se disuelven en el agua salada que está en las esponjas o las piezas de tela que separan los discos metálicos (figura 4.36). La solución de agua salada es así un *electrolito* o *solución electrolítica*, es decir, es una solución que contiene iones disueltos que se pueden mover y transportar la carga y que se requieren para que funcione la pila.

Una de las primeras reacciones redox con aplicación práctica para obtener energía fue la que utilizó el químico británico John F. Daniell (1790-1845) quien construyó un sistema que lleva su nombre. La ecuación de la reacción básica es:



En este caso el átomo de zinc (Zn), eléctricamente neutro, se oxida y pierde dos electrones; como los electrones tienen carga negativa, el átomo de zinc se convierte en un ion con doble carga positiva:

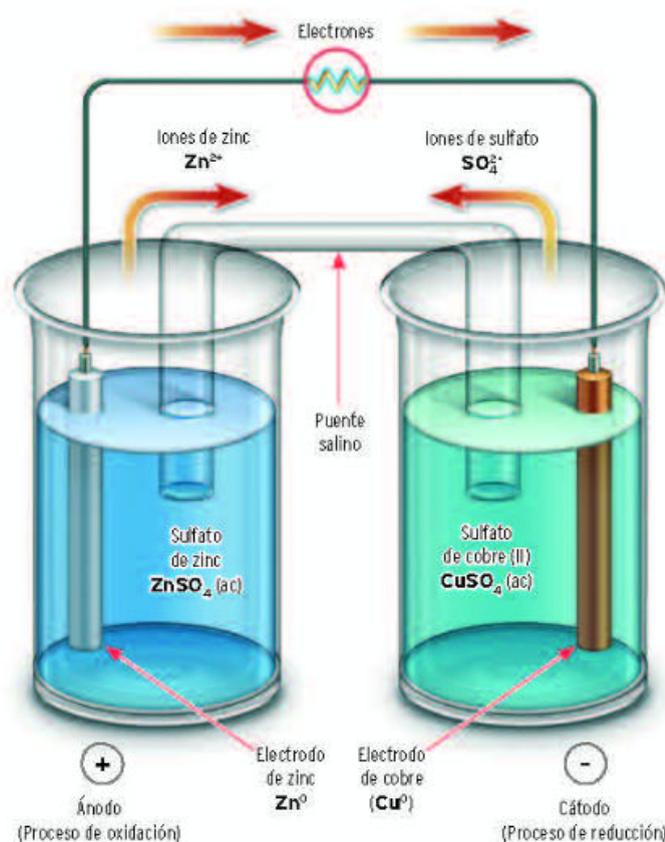


Se llama *ánodo* a la pieza metálica donde ocurre la reacción de oxidación; en este caso, el ánodo de la Celda Daniell es la pieza de zinc. También se puede considerar que el ánodo es el conjunto de la pieza metálica más la solución electrolítica que la rodea.

El ion cobre, que tiene doble carga positiva, es la especie que se reduce y gana los dos electrones perdidos por el átomo de zinc. La doble carga positiva del ion se compensa con las dos cargas negativas de los electrones y se forma el átomo de cobre, eléctricamente neutro:



Figura 4.36 Pila de Volta.



Se llama *cátodo* a la pieza metálica donde ocurre la reacción de reducción; en este caso, el cátodo de la Celda Daniell es la pieza de cobre más la solución electrolítica que la rodea (figura 4.37).

Como la transferencia de electrones del zinc al cobre se hace de tal manera que los electrones viajan a través del cable externo, la energía química se convierte en energía eléctrica útil. Te habrás dado cuenta de que en esta reacción no interviene el oxígeno. En toda reacción redox siempre habrá una especie química que se oxide (que ceda electrones) y otra que se reduzca (gana electrones).

Es muy importante que notes que para que la Celda Daniell pueda funcionar, se tiene que cerrar el circuito para permitir que la corriente eléctrica fluya a través de la celda. Esta conexión se da gracias al movimiento de los iones que están en las soluciones acuosas y que pasan de una celda a otra a través del *puente salino*, que puede ser un tubo de vidrio lleno de una gelatina que contiene iones.

Figura 4.37 En la Celda Daniell se lleva a cabo una reacción redox en la que no interviene el oxígeno.

**Experimenta: ¿Puedes efectuar una reacción redox, e identificar en los productos las especies que se oxidan y se reducen?**

**Introducción**

La reacción química que ocurre en la Celda Daniell es utilizada por **gambusinos** para obtener cobre metálico, tal como tú lo harás a continuación.

**Material**

- Sulfato de cobre (CuSO<sub>4</sub>) • Lámina pequeña de zinc de 10 x 1 cm (se compra en la tlapalería)
- Una botella pequeña de agua purificada • Una cucharita pequeña • Clavos de tres pulgadas
- Un vaso de vidrio

**Hipótesis**

Ya que el cobre y el zinc son los elementos presentes en la Celda Daniell, si sumergen la lámina de zinc en la solución de CuSO<sub>4</sub>, ¿qué esperan que ocurra? ¿Se producirá una reacción redox? Justifiquen su respuesta.

**gambusino.** Persona que busca minerales, especialmente en ríos pequeños.

**Método**

1. **Bajo la supervisión de su profesor** preparen una disolución acuosa de sulfato de cobre (CuSO<sub>4</sub>), para ello, disuelvan una cucharadita de este compuesto en 50 ml de agua purificada.
2. **Con cuidado de no salpicar ni tocar la disolución con su piel**, sumerjan la pieza de zinc hasta que la mitad de ésta quede dentro de la disolución (figura 4.38).
3. Déjenla sumergida por cinco minutos.
4. Repitan la experiencia con los clavos, sumergiendo sólo la mitad de cada clavo durante un minuto. Desarrollen el análisis de los resultados para obtener las conclusiones del experimento.

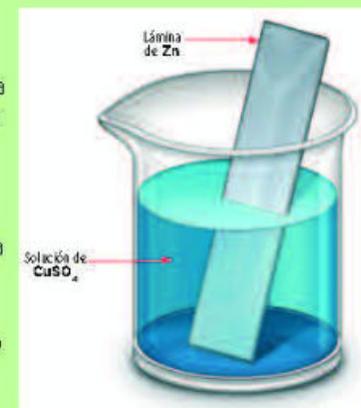


Figura 4.38 Paso del método.

Dejen un día entero los clavos en la disolución para que puedan contestar la última pregunta del análisis de resultados.

**Análisis de resultados y conclusiones**

1. ¿Qué notaron cuando sumergieron el zinc en la disolución de sulfato de cobre?
2. ¿El resultado fue parecido cuando sumergieron los clavos?, ¿por qué?
3. ¿Notaron algún cambio de color en el recipiente con el zinc?, ¿qué pasó en la superficie del zinc?
4. En el caso de los clavos, ¿qué color fue tomando la disolución?, ¿de qué color se puso la mitad sumergida del clavo?
5. Originalmente el cobre estaba como Cu<sup>2+</sup>, después del experimento, ¿cómo queda?, ¿se oxidó o se redujo?
6. ¿Observaron que en el caso del zinc el color se fue atenuando?, ¿el zinc se oxidó o se redujo?
7. ¿De qué especie a qué especie se produjo la transferencia de electrones?
8. ¿Qué pueden decir de lo que le sucedió a los clavos después del primer minuto?, ¿y después de un día? Tomen en cuenta que los clavos en su mayoría están hechos con hierro.

La solución de CuSO<sub>4</sub> se puede guardar en un frasco debidamente etiquetado y usarla en otros experimentos. Recuerden que nunca se deben guardar soluciones en envases de refresco o donde estén al alcance de los niños.

Tanto en la Celda Daniell como en el experimento que acabas de realizar, los iones de cobre se reducen para formar cobre metálico (el color café que se nota en el zinc y en los clavos) mientras que la pieza de zinc se hace más pequeña, lo mismo que el hierro, pues se forman iones Zn<sup>2+</sup> y Fe<sup>2+</sup>. La principal diferencia con la Celda Daniell es que la transferencia de electrones no ocurre a través de un circuito externo y por esto no se puede aprovechar la energía. Algo similar sucede en los procesos de corrosión que veremos más adelante.

### Reacciones redox en la industria

Como viste, el aprovechamiento de las reacciones redox está presente en la vida diaria. También se utilizan en la industria en diversos procesos. Te presentamos algunos de ellos.

#### Te invito a...

conocer más sobre las celdas orgánicas en el artículo de Solorza Feria, Omar, "Hidrógeno y celdas de combustible", en *Ciencia y Desarrollo*, núm. 259, enero-febrero de 2012, disponible en [www.edutics.com.mx/JWk](http://www.edutics.com.mx/JWk) (Consulta: 21 de enero de 2019).

### Producción de energía

Mediante el uso de reacciones de oxidación y reducción, para lograr un mayor aprovechamiento de la energía solar, el ser humano ha aprendido de la naturaleza y ha creado las celdas solares, que funcionan como "plantas artificiales" al transformar la energía solar en energía eléctrica. Ésta es la principal diferencia con las plantas, ya que éstas transforman la energía solar en energía química.

Las celdas solares más conocidas están hechas con silicio, un material semiconductor. Otros materiales semiconductores muy utilizados son el óxido de titanio, el sulfuro de galio y el sulfuro de cadmio. En el siglo XXI la investigación continuará para encontrar materiales semiconductores de bajo costo, que tengan una gran capacidad de absorber la energía solar y que además de producir energía eléctrica también puedan producir energía química.

Varias líneas de investigación científica están enfocadas en la utilización de polímeros para la fabricación de celdas solares orgánicas (figura 4.39). En éstas, la luz solar activa un electrón móvil de un polímero lineal que funciona como donador de electrones, llevándolo a un nivel de energía más alto conocido como *excitación*, que es el que transporta la carga eléctrica hasta una molécula aceptora de electrones. La molécula que funciona como aceptora de electrones generalmente es un *fulereno*, que es una molécula esférica compuesta exclusivamente por muchos átomos de carbono, alrededor de 60. Por la línea exterior del circuito cerrado pasará la corriente eléctrica generada. ¿No es sorprendente que los plásticos puedan captar energía solar y transformarla en corriente eléctrica?

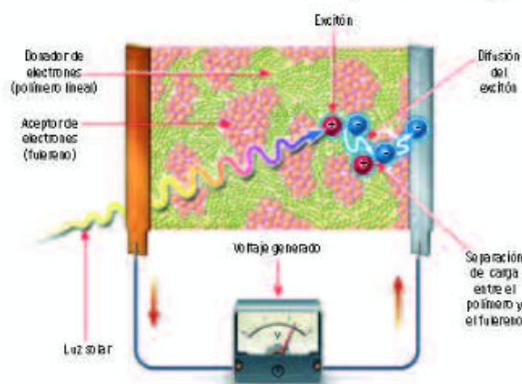
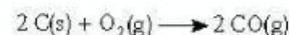


Figura 4.39 Celda solar orgánica.

### Oblención de metales

Las reacciones redox son importantes no sólo para producir energía (como en el caso de las pilas y las celdas solares), sino también para obtener metales, pues en general éstos se encuentran formando óxidos. Por ejemplo, México es un importante productor de *acero*, una aleación de hierro (Fe) con pequeñas cantidades de carbono (C) y otros metales como cromo (Cr) y níquel (Ni). Una de las primeras etapas en la producción del acero es la obtención del hierro a partir de sus óxidos mediante una reacción redox: para que esta obtención se lleve a cabo es necesario obtener monóxido de carbono (CO), lo que se consigue con la combustión de carbono en una atmósfera con poco oxígeno:



En la secuencia 12 ya comentamos esta reacción, cuando mencionamos que al quemar combustibles con poco oxígeno se producía monóxido de carbono (CO) en vez de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>).

En la producción de hierro, se busca precisamente producir CO porque este compuesto es una especie reductora que ayuda a separar el hierro de sus óxidos:



Nota que el hierro se indica que es líquido ya que esta reacción se lleva a cabo en un equipo llamado *alto horno*, donde la temperatura es tan alta que el hierro obtenido está fundido.

### Corrosión

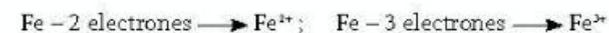
Mientras que la producción de acero es un proceso que consume mucha energía para obtener el metal, los daños a las estructuras metálicas debidos a la corrosión (como lo que le ocurrió a la pieza de zinc y a los clavos en tu experimento) causan en todo el mundo pérdidas por millones de millones de pesos.

La corrosión es prácticamente el fenómeno inverso al que se desarrolla en el alto horno para obtener el hierro. Este elemento reacciona con el oxígeno del aire (O<sub>2</sub>) en presencia de agua (H<sub>2</sub>O) y forma nuevamente el óxido. De manera simplificada las ecuaciones de las reacciones redox son las siguientes:

En la reacción de reducción, el oxígeno del aire reacciona con el agua para formar iones hidróxido:



Por otra parte, en la reacción de oxidación el hierro se oxida y forma iones Fe<sup>2+</sup> y también Fe<sup>3+</sup>:

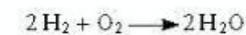


Uno de los productos obtenidos es el óxido de hierro(III) (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) que tiene el típico color rojizo de la herrumbre.

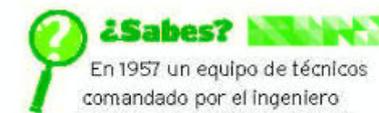
### Reacciones de combustión

Las reacciones de combustión, como las que vimos en la secuencia 12, también son reacciones redox en las que el oxígeno actúa siempre como la especie oxidante.

Actualmente, la principal fuente de energía son los combustibles fósiles, como el petróleo (figura 4.40), pero éste es un recurso no renovable que además genera residuos contaminantes; es por eso que a principios del siglo XXI comenzaron a tomar fuerza las fuentes de energía renovables. Como vimos al final de la secuencia 18, una de las alternativas más interesantes son las celdas de combustible de hidrógeno, el combustible más limpio que conocemos. Al "quemarse" el hidrógeno con oxígeno, sólo se produce agua:



¿Es ésta una reacción redox? La respuesta es afirmativa.



En 1957 un equipo de técnicos comandado por el ingeniero mexicano Juan Celada Salmón de la compañía Hojalata y Lámina (HYLSA) de Monterrey, diseñó un sistema de reducción directa del hierro, del cual se obtiene como producto final *hierro esponja*. El hierro esponja tiene diversas aplicaciones, por ejemplo, este proceso facilita la producción de materia prima para la fabricación de acero, un material que es la base de todas las construcciones modernas y que además se considera el material que más se recicla a nivel mundial. Ésta es una de las tecnologías mexicanas más conocida en el extranjero y en la *Encyclopedia of Chemical Technology* se informa sobre ella.



Figura 4.40 La combustión incompleta de los hidrocarburos forma partículas de carbono que se desprenden en forma de humo negro.

En la molécula de agua cada hidrógeno tiene una carga positiva, mientras que el átomo de oxígeno tiene una carga de  $-2$ . Si bien en la realidad en la molécula de agua las cargas positiva y negativa no están totalmente asignadas a cada átomo de hidrógeno y oxígeno, podemos considerarlas de esta manera para efectos de saber cuáles átomos se oxidan y cuáles se reducen durante la reacción química.

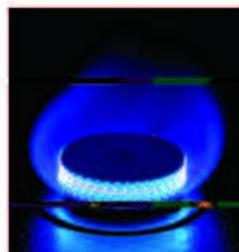
La molécula de hidrógeno ( $H_2$ ) se oxida porque pierde dos electrones para formar los dos átomos de hidrógeno con carga positiva parcial en la molécula de agua. La molécula de oxígeno ( $O_2$ ) se reduce porque gana dos electrones para formar el átomo de oxígeno, con carga negativa parcial en la molécula de agua. En este caso se les llama cargas parciales porque los electrones no pertenecen exclusivamente a uno u otro átomo de la molécula, sino que se comparten de manera desigual.

Para explicar la quema de los combustibles fósiles usaremos uno de los más sencillos: el gas natural (figura 4.41). Este gas es básicamente metano ( $CH_4$ ) que se quema con oxígeno de acuerdo con la siguiente reacción:



No olvidemos que también se obtiene energía de esta reacción. En este caso, ¿cuáles especies se oxidan y cuáles se reducen? Ya vimos que en la molécula de agua consideramos que los hidrógenos tienen una carga  $+1$  y el oxígeno  $-2$ . En el caso del  $CO_2$  asignamos un valor de  $+4$  para el carbono y de  $-2$  para cada oxígeno. Y en la molécula de metano, como tenemos 4 átomos de hidrógeno con carga  $+1$ , debemos considerar que el átomo de carbono tiene una carga de  $-4$  para que la molécula sea neutra.

Observa que al quemarse la molécula de metano, los átomos de carbono pasan de tener una carga de  $-4$  a tener una de  $+4$  en la molécula de  $CO_2$ . ¿Cuántos electrones se requieren para este cambio? Cada átomo de carbono se oxida y pierde ocho electrones. ¿Quién gana estos ocho electrones? Los cuatro átomos de oxígeno que se reducen al ganar dos electrones cada uno, para pasar de carga  $0$  en la molécula de  $O_2$  a carga  $-2$  en el  $CO_2$  y en el  $H_2O$ .



**Figura 4.41** A partir de la reacción de combustión del gas natural, se obtiene calor que se utiliza para cocinar los alimentos.

### Actividad

**Analiza y compara: ¿Cuál átomo se oxida y cuál se reduce?**

Lee y resuelve.

Además del metano, otro combustible muy importante es el alcohol metílico o metanol ( $CH_3OH$ ).

Escribe la ecuación balanceada que representa la combustión del  $CH_3OH$  para obtener  $CO_2$  y  $H_2O$ .

Completa la tabla 4.8 anotando el número de oxidación del átomo que se indica.

**Tabla 4.8** Átomos que se oxidan y que se reducen en la reacción de combustión del metanol

Átomo	Número de oxidación	Átomo	Número de oxidación
C en el metanol		O en el $H_2O$	
C en el $CO_2$		H en el metanol	
O en el metanol		H en el $H_2O$	
O en el $CO_2$			

Determina cuál es el átomo que se oxida y cuál es el que se reduce. ¿Cuántos electrones se transfieren en este proceso?

#### Te invito a...

consultar la página [www.edutics.com.mx/4js](http://www.edutics.com.mx/4js) que es un documento relacionado con el manejo responsable de pilas y celulares. Aunque se trata de un programa aplicado en la Ciudad de México, puede ayudarte a plantear una estrategia en el lugar donde vives. (Consulta: 21 de enero de 2019).

Las reacciones de oxidación y de reducción están presentes a nuestro alrededor, tanto si se llevan a cabo en forma natural, como si se utilizan para fabricar algún producto de uso cotidiano. Es importante familiarizarnos con este tipo de reacciones puesto que además nos permite conocer los materiales usados en la fabricación de productos como las pilas, así podemos tomar más conciencia de las implicaciones ambientales.

### Actividad

**Reflexiona: ¿Sabes qué hacer con las pilas que ya no sirven?**

A veces pensamos que comprar pilas es un hábito inofensivo, pero los metales con los que se elaboran requieren de mucha energía para obtenerse, y cuando las pilas se han gastado es muy difícil, si no económicamente imposible, recuperarlos. Al tirar las pilas en vertederos o arrojarlas en la calle o el campo es posible que algunos elementos indeseables (como el mercurio o el cadmio) se filtren al subsuelo y a los acuíferos y acabemos tomando las sustancias tóxicas que hemos lanzado al ambiente. ¿Será conveniente comprar pilas recargables aunque sean más caras que las pilas normales? ¿No podríamos no usar pilas de ningún tipo? ¿Valdrá la pena ser más cuidadosos con nuestros hábitos de consumo? ¿Qué propones para disminuir el impacto en el ambiente debido al desecho de las pilas?

### Actividad de cierre

**Aplica: ¿Cómo se aprovechan las reacciones redox para que funcionen las pilas?**

Lee y responde.

1. Reflexiona sobre las preguntas del inicio de esta secuencia.
2. En muchas reacciones redox intervienen iones; ¿qué es un ion?
3. ¿Qué tan a menudo compras pilas? ¿Usas pilas recargables?
4. ¿Puede afectar nuestro entorno el uso no regulado de las pilas? ¿Por qué?
5. ¿En todas las reacciones redox participa el oxígeno?
6. ¿Cómo funciona una pila?

Comparte tus respuestas con algún compañero.

#### Aprendizajes logrados

Puedes analizar el proceso de transferencia de electrones en experimentos sencillos y algunos procesos que ocurren a tu alrededor; Identificas que en las pilas siempre ocurren reacciones redox.

Comprendes los procesos de transferencia de electrones en algunas reacciones que ocurren en la industria, que las reacciones de combustión también son reacciones redox y que la corrosión es una reacción redox que ocasiona grandes pérdidas económicas.

### Perspectivas

Es momento de empezar a trabajar en tu proyecto de fin de bloque. Las siguientes preguntas te pueden orientar para la elección del tema. Puedes responderlas con tus compañeros de equipo.

¿Qué ventajas tiene el acero inoxidable respecto del hierro? ¿Por qué usar pilas recargables contribuye a ahorrar combustibles?

**Proyecto**  
Ahora tú explora,  
experimenta y actúa.  
Integración y aplicación



## Proyecto 4

### Aprendizajes esperados

- Propone preguntas y alternativas de solución a situaciones problemáticas planteadas, con el fin de tomar decisiones relacionadas con el desarrollo sustentable.
- Sistematiza la información de su proyecto a partir de gráficas, experimentos y modelos, con el fin de elaborar conclusiones y reflexionar sobre la necesidad de contar con recursos energéticos aprovechables.
- Comunica los resultados de su proyecto de diversas formas, proponiendo alternativas de solución relacionadas con las reacciones químicas involucradas.
- Evalúa procesos y productos de su proyecto considerando su eficacia, viabilidad e implicaciones en el ambiente.



**BIOCOMBUSTIBLES**

**Figura 4.42** Los biocombustibles son una alternativa al uso de combustibles fósiles. En algunos países ya se utilizan regularmente.

Han llegado al final del bloque 4 “La formación de nuevos materiales”, donde estudiaron las reacciones entre ácidos y bases y analizaron algunos ejemplos de la vida cotidiana, así como los riesgos a la salud del consumo excesivo de alimentos ácidos. Además analizaron reacciones de óxido-reducción y realizaron algunas actividades experimentales, así como sus aplicaciones en la industria y en casa.

Con lo que aprendieron en el bloque y tomando en cuenta sus respuestas a las preguntas de la sección Perspectivas relacionadas con el proyecto de fin de bloque, pueden plantear la pregunta de investigación que más les interese.

Les presentamos dos propuestas:

- ¿Cómo evitar la corrosión?
- ¿Cuál es el impacto de los combustibles y posibles alternativas de solución?

Su primera tarea será seleccionar. Platiquen entre ustedes para decidir cuál tema les interesa más. A continuación se presentan otras opciones de preguntas, pero ustedes pueden plantear otra diferente. En la secuencia 19 estudiaron que la corrosión es la destrucción gradual de un material porque reacciona químicamente con alguna sustancia presente en el ambiente. El tipo de corrosión más común es la oxidación de los metales para formar óxidos. El principal problema es que disminuye la vida útil de materiales y estructuras, ya que altera su apariencia, su resistencia y su permeabilidad a gases y líquidos.

Debido a que los metales son ampliamente utilizados en diversas aplicaciones, se han diseñado métodos para evitar su corrosión y así extender su tiempo de vida. Un ejemplo es la fabricación de acero inoxidable. Podrían investigar, por ejemplo, cuál es su composición química y por qué se considera inoxidable, cuáles son sus aplicaciones y si es susceptible de corroerse en ciertas condiciones.

Otros métodos para evitar el deterioro son el chapado, pintado o barnizado. Todos estos se basan en recubrir la superficie del metal con una sustancia que no sea tan susceptible a la corrosión. También se emplea la anodización, utilizada frecuentemente en el aluminio, que consiste en formar una capa gruesa de óxido en toda la superficie que proteja el metal.

Recuerda que el óxido de aluminio forma una película resistente y de aspecto plateado.

Para realizar su proyecto, podrían decidir ampliar esta información e investigar diferentes técnicas de protección o alguna otra que les interese en particular. También podrían hacer algún experimento donde comparen distintos métodos de protección contra la corrosión.

Otro tema que también tiene que ver con la oxidación, particularmente con la combustión, es el impacto ambiental de los combustibles fósiles y diversas alternativas para disminuirlo.

Ya han estudiado que los combustibles fósiles como el petróleo, carbón y gas natural son recursos naturales que tardan muchísimos años en formarse. Es por esto que se consideran recursos no renovables. En las últimas décadas se ha incrementado de manera notable la extracción y uso de estos combustibles, por lo que se estima que su extracción irá disminuyendo en las próximas décadas hasta agotarse. Como parte de su proyecto, podrían elaborar una lista de todos los usos que damos a los combustibles fósiles. Recuerden que no solamente es la gasolina que utiliza el transporte que los lleva a la escuela, sino los combustibles utilizados para transportar sus alimentos y producir la electricidad, entre otros muchos usos.

La extracción de combustibles fósiles también tiene un impacto en el ambiente. Esto es porque se construyen pozos y plataformas petroleras y se afectan diversos ecosistemas. También han ocurrido diversos derrames de petróleo que alteran la vida marina. Otra vertiente que pueden explorar para su proyecto es investigar algún caso particular de una plataforma petrolera o refinería, cuál es su impacto ambiental, qué medidas utilizan para prevenir o controlar derrames, si hay alguna especie que haya sido afectada, entre otras preguntas.

Finalmente, ya estudiaron que la quema de estos combustibles genera gases de efecto invernadero, que contribuyen al calentamiento global. Entonces, como parte de su proyecto, podrían incluir datos de la cantidad de quema de combustibles en México o en su comunidad, producción de dióxido de carbono y cuál es el impacto de la liberación de este gas al ambiente.

Como ven, a pesar de la gran utilidad de los combustibles fósiles y de su uso tan extendido, éstos tienen un impacto muy importante en el ambiente. Es por eso que se han buscado estrategias de solución y poco a poco se van generando nuevas alternativas. Algunas de ellas consisten en sustituir los combustibles fósiles por otros, ya sea orgánicos (cuya quema también genera gases de efecto invernadero) como la biomasa u otros biocombustibles (figura 4.42 de la página 214) o inorgánicos, como el hidrógeno. Otra opción que pueden considerar para su proyecto es investigar cuáles combustibles se han propuesto como alternativa a los combustibles fósiles y cuáles son sus ventajas y desventajas.

Propongan sus propias alternativas de solución al uso de combustibles para contribuir al desarrollo sustentable.

### Planeación del proyecto

#### Elección del tema del proyecto

Como han hecho en proyectos anteriores, el primer paso es seleccionar el tema para realizar su proyecto de equipo. Al inicio se plantean dos grandes temas: ¿cómo evitar la corrosión? y ¿cuál es el impacto de los combustibles y posibles alternativas de solución? Dentro de cada uno de estos temas se presentan algunas opciones para la realización de su proyecto, pero también pueden plantear otra diferente. Recuerden que



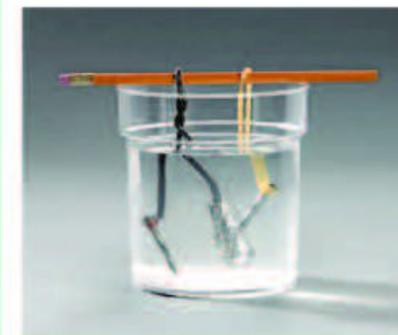
### ¿Sabes?

Existe otro tipo de protección contra la corrosión, llamada protección catódica. En este caso, el metal se protege porque se conecta a otro metal que se oxida más fácilmente. Por ejemplo, se puede proteger el hierro conectándolo a una pieza de aluminio. Si revisan la figura 4.31, observarán que el aluminio se oxida más fácil que el hierro, porque se encuentra más arriba en la escalera.

Se puede probar la protección catódica con el siguiente experimento, usando dos clavos, una bolita de papel aluminio, alambre de cobre recubierto de plástico, una liga, un vaso de vidrio transparente, un lápiz, dos cucharadas de sal y agua.

Para lograrlo, se pelan los dos extremos del cable para exponer el cobre; en un extremo se ata el clavo y en el otro la bolita de papel aluminio. Se pone el agua en el vaso y se disuelven las dos cucharadas de sal. Se amarra el alambre al lápiz, de tal forma que tanto el clavo como el papel aluminio queden sumergidos. Se ata la liga al otro clavo y se amarra al lápiz, para que se sumerja en el líquido también (figura 4.43).

¿Qué creen que ocurrirá con ambos clavos después de dos o tres días?



**Figura 4.43** Dispositivo para probar la protección catódica.

**Te invito a...**

consultar los libros de Ávila, Javier y Joan Genescá, *Más allá de la herrumbre*, México, Fondo de Cultura Económica, 1987 (La ciencia para todos) y *Más allá de la herrumbre II* (1989), disponibles en [www.edutics.com.mx/4je](http://www.edutics.com.mx/4je) y [www.edutics.com.mx/4sk](http://www.edutics.com.mx/4sk) (Consulta: 21 de enero de 2019).

y para saber más sobre combustibles:

Valero, Juan Manuel, "Hacia un cambio de paradigma energético", en *¿Cómo ves?*, México, octubre de 2010, núm. 143, p. 22.

Espinoza de Aquino, Wendy, Mónica Goddard Juárez, Claudia Gutiérrez Arellano y Consuelo Bonfil Sande, "Los biocombustibles", en *¿Cómo ves?*, México, febrero de 2009, núm. 123, p. 10.

Escriban la pregunta en la línea y en su cuaderno bajo el título "Pregunta de investigación"

Después de seleccionar o plantear una pregunta, formulen una hipótesis de trabajo

La pregunta debe ser muy concreta y específica y deben poder responderla, ya sea con algunos experimentos, con una investigación de campo o una bibliográfica.

Posteriormente planteen el propósito de su investigación, ¿puede aplicarse en su escuela, hogar o comunidad?

**Organización de las actividades**

Una vez que han decidido qué proyecto van a realizar, piensen qué necesitan hacer para realizarlo, anoten todas las actividades que se les ocurran que deben hacer, cómo las van a hacer y para cuándo necesitan terminarlas. También anoten quién será el responsable en el equipo de llevar a cabo cada una. Este tipo de organización de las actividades se llama cronograma y pueden saber más sobre cómo usarlo en los proyectos del bloque 5.

**Desarrollo**

En el desarrollo del proyecto ustedes realizarán todas las actividades planteadas en el cronograma, desde conseguir materiales, realizar experimentos, buscar información, organizarla y analizarla hasta extraer conclusiones basadas en los datos.

**Búsqueda y organización de la información**

El tipo de información que requieran dependerá de su pregunta de investigación. Por ejemplo, si van a hacer un experimento con diferentes metales y su corrosión, busquen cuáles son las propiedades de dichos metales y de los diferentes agentes corrosivos. **Recuerden que es muy importante también buscar información sobre el manejo seguro de reactivos químicos y materiales.** Incluyan esta información en su proyecto. Si decidieron buscar diversas alternativas a los combustibles, podrían buscar, por ejemplo cuáles son sus ventajas y desventajas, además de estadísticas actualizadas sobre la proporción en que se están utilizando, sus costos y sus aplicaciones (figura 4.44).

**Análisis de la información**

Una vez que han recolectado la información pertinente a su pregunta, sistematícela para facilitar el análisis. Para ello pueden utilizar tablas, gráficas y modelos. Esto les permitirá elaborar conclusiones más fácilmente, ya sea sobre la corrosión de los metales o sobre el uso, aprovechamiento y alternativas al uso de combustibles.

Construir modelos es una parte del trabajo de los científicos. Éstos nos permiten comprender mejor algún objeto o fenómeno, así como explicarlo a otros. Ustedes han estudiado numerosos modelos en sus clases de Ciencias, como el modelo atómico, el ciclo del agua, el modelo cinético de la materia, etcétera. Pueden construir un modelo, por ejemplo, del fenómeno de la corrosión en un metal en particular o bajo ciertas condiciones específicas o un modelo de cómo funciona cierto tipo de combustible alternativo.



**Figura 4.44** Internet es una fuente muy rica de información, pero debes ser cuidadoso al seleccionarla.

Existen muchas formas de crear un modelo. Éstos pueden ser fórmulas matemáticas (por ejemplo, el modelo de cómo cambia la presión de un gas si se eleva su temperatura a presión constante, conocido como Ley de Charles). También puede ser un modelo físico (como una maqueta del ciclo del agua), o un modelo gráfico (por ejemplo, un esquema). Estos modelos representan algunos aspectos de la realidad de forma aislada y simplificada, lo que nos permite comprender el fundamento de algún fenómeno (figura 4.45).

**Elaboración del producto**

Al final de su proyecto, deberán tener un producto. Éste dependerá del proyecto que hayan realizado. Por ejemplo, si construyeron un modelo explicativo sobre la corrosión o los combustibles, éste puede ser su producto. Si realizaron algún experimento, los resultados, análisis y conclusiones, presentados de manera ordenada a sus compañeros, serán su producto.

**Conclusiones**

Como resultado de analizar la información, extraigan las conclusiones de su proyecto. ¿Se cumplió la hipótesis? ¿Qué aprendieron del proceso? Analicen si lograron responder su pregunta de investigación. Evalúen los procesos y productos de su proyecto y valoren si fueron eficaces, viables y cuáles son las implicaciones que sus resultados tienen para el ambiente.

**Comunicación**

Es importante que utilicen una variedad de métodos para dar a conocer los resultados de su proyecto. En otros proyectos presentados en el libro, han aprendido sobre diversos métodos de comunicación. Deben considerar proponer siempre alternativas de solución, por ejemplo, al problema de la corrosión o del uso de combustibles y, dado que están estudiando el curso de Química, deben incluir las reacciones químicas involucradas en el proceso que estudiaron.

**Evaluación**

**Coevaluación**

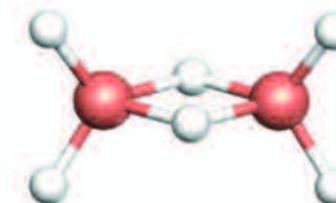
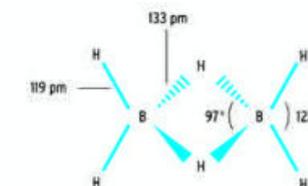
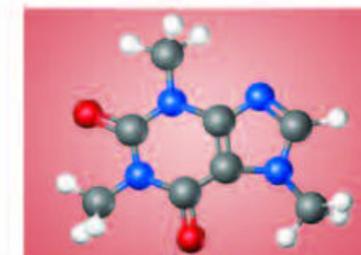
Analiza con tu equipo el trabajo realizado por cada uno de ustedes durante este proyecto. Después, responde las preguntas.

- ¿Cómo se eligió el tema de investigación y el propósito del proyecto?, ¿qué aportó cada uno de los integrantes?
- ¿Cómo se obtuvo y analizó la información?
- ¿Cuál fue la forma de trabajar en equipo?

**Autoevaluación y reflexiones sobre mi desempeño**

Al terminar el proyecto, es importante realizar de forma individual, una evaluación del trabajo para reflexionar sobre lo que aprendiste. Para ello, plantéate preguntas como las siguientes.

- ¿Aporté ideas valiosas para el desarrollo del proyecto?, ¿cuáles?
- ¿Realicé una planeación adecuada del proyecto?, ¿cómo lo sé?
- ¿Qué actitud tuve ante los obstáculos que se presentaron? ¿Cómo los superé?



**Figura 4.45** En química se utilizan muchos tipos de modelos, pueden ser tridimensionales, bidimensionales, con esferitas, símbolos, entre otros. El tipo de modelo que se elige depende de la información que se quiere resaltar.



## Ponte a prueba

### Analiza y responde.

#### ¡Nosotros también nos oxidamos!

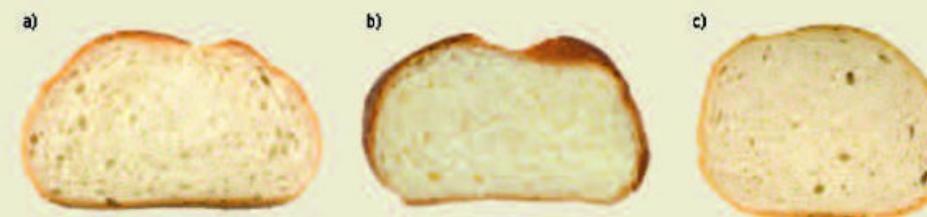
Uno de los productos de belleza más populares actualmente son las cremas con ingredientes antioxidantes. La publicidad de uno de estos productos informa a los consumidores lo siguiente:

«Nuestra crema antioxidante protege la piel del daño causado por el estrés, el humo y la contaminación. Algunos expertos opinan que la aplicación directa de nuestra crema puede retardar el envejecimiento de la piel, evitando o disminuyendo la aparición de arrugas. Nuestra crema incluye en su formulación aceites esenciales que posean propiedades antioxidantes naturales.

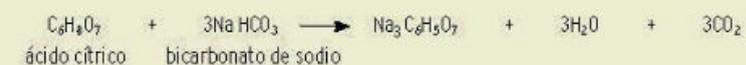
»Nuestra crema antioxidante repara la piel y responde a la presencia de "radicales libres", productos del metabolismo normal, que algunas veces le quita al oxígeno sus electrones. Cuando esto ocurre, los radicales libres "roban" electrones de moléculas vecinas, produciendo más radicales libres. Una sobreabundancia puede dañar todas las áreas del cuerpo, incluida la piel. Algunos científicos creen que el estrés puede causar que el cuerpo genere hormonas que promueven la producción de radicales.»

1. A un químico le han encargado que determine si el efecto antioxidante de la crema es real. ¿Cuál de las siguientes estrategias de investigación constituiría evidencia crucial y definitiva sobre la veracidad o falsedad de la crema?
  - a) Hacer un experimento donde compare la efectividad de la crema anunciada contra la efectividad de una crema que no sea antioxidante.
  - b) Hacer una investigación bibliográfica en los archivos de revistas médicas que traten sobre el tema.
  - c) Entrevistar a un dermatólogo para preguntarle acerca de las propiedades de la crema en cuestión.
  - d) Hacer una encuesta entre algunas personas que hayan usado la crema antioxidante por cierto tiempo.
2. A partir de lo que dice el texto publicitario, deduce quién se oxida y quién se reduce, es decir, de quién a quién se transfieren los electrones:
  - a) La piel se reduce y los radicales se oxidan, perdiendo electrones.
  - b) La piel se oxida y los radicales libres se reducen, ganando electrones.
  - c) El oxígeno se reduce y la piel se oxida, ganando electrones.
  - d) El oxígeno se oxida y la piel se reduce, perdiendo electrones.

### Analiza y responde. El colmo del panadero...

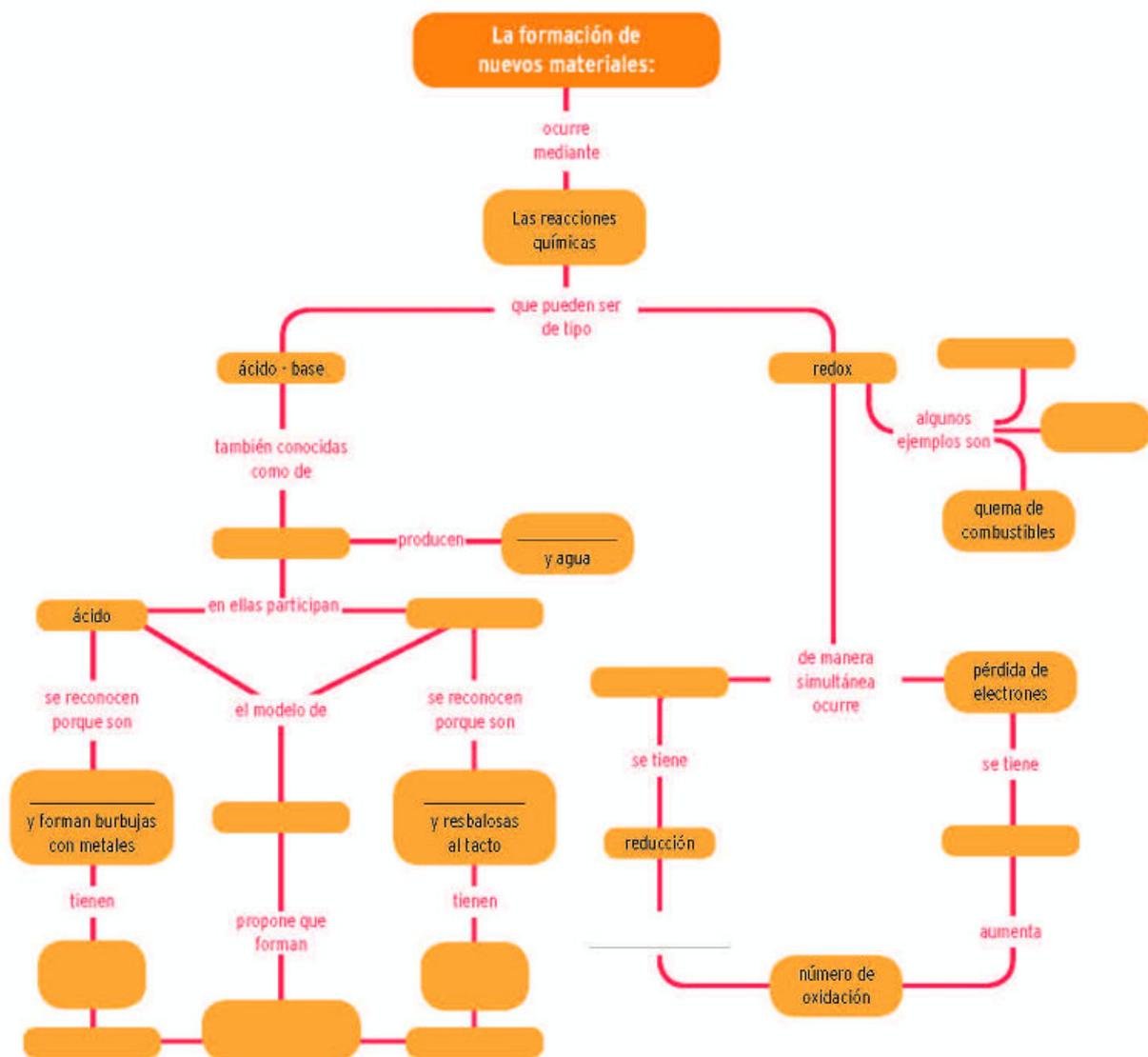


Un panadero preparó tres panes –A, B y C en la figura– en tres días consecutivos. Para su mala fortuna, sólo el pan B presentó la esponjosidad que él deseaba, con una miga muy abierta. (La apertura de miga se refiere al tamaño de los orificios en la masa horneada.) En este caso, la miga es resultado de la formación y expansión de gases dentro de la masa durante el proceso de horneado. Para producir este gas, el panadero utilizó como ingredientes ácido cítrico, la sustancia que le da el sabor ácido al limón y a la naranja y bicarbonato de sodio, como se muestra a continuación:



1. ¿Cuáles son los productos de la reacción ácido-base?
  - a)  $\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$
  - b)  $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7 + \text{Na}^+\text{OH}$
  - c)  $\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7 + \text{NaOH} + \text{CO}_2$
  - d)  $\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7 + \text{H}_2\text{O}$
2. ¿Cuál es el producto responsable de la miga?
  - a) NaOH
  - b)  $\text{NaC}_6\text{H}_5\text{O}_7$
  - c)  $\text{H}_2\text{O}$
  - d)  $\text{CO}_2$
3. ¿Qué debería hacer el panadero para conseguir consistentemente una miga abierta como la del pan B?
  - a) Disminuir las cantidades de  $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7 + \text{NaHCO}_3$
  - b) Aumentar las cantidades de  $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7 + \text{NaHCO}_3$
  - c) Aumentar la cantidad de  $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$  y disminuir la de  $\text{NaHCO}_3$
  - d) Disminuir la cantidad de  $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$  y aumentar la de  $\text{NaHCO}_3$

# Mapa conceptual



1. Completa el mapa con las opciones: oxidación, respiración, iones, corrosión, agrías, amargas,  $\text{pH} > 7$ , sal, neutralización, Arrhenius, bases,  $\text{pH} < 7$ , ganancia de electrones.
2. Incluye en el mapa los conceptos "indicador", "agente reductor", "vire", "pH" y "agente oxidante".
3. Relaciona los términos "reducción" y "número de oxidación" mediante un conector apropiado.
4. Incluye en el mapa el tema del proyecto que desarrollaste.



## Ahora sé

### Autoevaluación

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

Aprendizaje esperado	¿Logré el aprendizaje?		¿Cómo puedo mejorar?
	Sí	No	
Identifico y explico las propiedades de ácidos y bases de uso cotidiano de acuerdo con el modelo de Arrhenius.			
Analizo los riesgos a la salud por el consumo de alimentos ácidos e identifico las sustancias que neutralizan la acidez estomacal.			
Identifico reacciones de óxido-reducción en la vida diaria y en la industria y relaciono el número de oxidación con su ubicación en la tabla periódica.			

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

### Coevaluación

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

Nombre de mi compañero \_\_\_\_\_

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

# Química y tecnología

## Competencias que se favorecen

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

## Aprendizajes esperados

- Plantea preguntas, realiza predicciones, formula hipótesis, con el fin de obtener evidencias empíricas para argumentar sus conclusiones, con base en los contenidos estudiados en el curso.
- Diseña y elabora objetos técnicos, experimentos o modelos con creatividad, con el fin de que describa, explique y prediga algunos procesos químicos relacionados con la transformación de materiales y la obtención de productos químicos.
- Comunica los resultados de su proyecto mediante diversos medios o con ayuda de las tecnologías de la información y la comunicación, con el fin de que la comunidad escolar y familiar reflexione y tome decisiones relacionadas con el consumo responsable o el desarrollo sustentable.
- Evalúa procesos y productos considerando su efectividad, durabilidad y beneficio social, y la relación del costo con el impacto ambiental.

## Contenidos

### PROYECTO 5 Ahora tú explora, experimenta y actúa. Integración y aplicación

- ¿Cómo se sintetiza un material elástico?
- ¿Qué aportaciones a la química se han generado en México?
- ¿Cuáles son los beneficios y riesgos del uso de fertilizantes y plaguicidas?
- ¿De qué están hechos los cosméticos y cómo se elaboran?
- ¿Cuáles son las propiedades de algunos materiales que utilizaban las culturas mesoamericanas?
- ¿Cuál es el uso de la química en diferentes expresiones artísticas?
- ¿Puedo dejar de utilizar los derivados del petróleo y sustituirlos por otros compuestos?

## Temas transversales

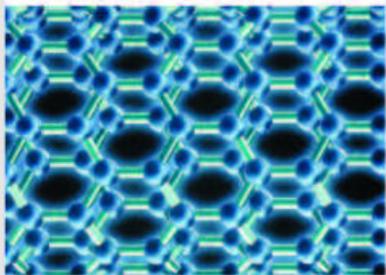
- Educación para la salud
- Educación ambiental para la sustentabilidad
- Diversidad cultural



**Proyecto**  
Ahora tú explora,  
experimenta y actúa.  
Integración y aplicación



## Proyecto 5.1



**5.1** En Japón, un grupo de científicos logró insertar nanotubos de carbono en un material elástico, de tal forma que éste conduce la electricidad. Una de las aplicaciones más importantes es la generación de pieles artificiales electrónicas, que permitirán en el futuro que las prótesis registren sensaciones táctiles, como calor o presión.

**Síntesis.** En química es la serie de reacciones químicas que se llevan a cabo para obtener algún producto, en este caso, un material elástico.

**5.2** La vulcanización es un proceso en el que el hule, un elastómero natural, se hace más durable y elástico por la adición de azufre en presencia de calor. En la vulcanización las largas moléculas del hule se unen unas con otras por medio del azufre. En las llantas de los automóviles se utiliza hule natural o sintético.



### Proyecto: ¿Cómo se sintetiza un material elástico?

En los diversos proyectos que han realizado a lo largo del curso, y en las propuestas presentadas en este bloque, encontrarán información para recordar *cómo hacer un proyecto*, cómo planearlo, cómo trabajar en equipo y cuáles fuentes son más confiables, entre otros temas. Si deciden llevar a cabo este primer proyecto de fin de curso podrán explorar algunos de los tipos de materiales más importantes de uso cotidiano, los *materiales elásticos*.

Los materiales elásticos son aquellos que tienen cierta tendencia a deformarse al aplicarles una fuerza y que al cesar ésta, recuperan su forma original; si se aplica una fuerza mayor, el material se deforma permanentemente o se rompe.

Los seres humanos utilizamos muchos materiales elásticos (figura 5.1). Algunos de los más empleados se conocen como *elastómeros*, como el caucho (natural y sintético) y el neopreno, que se utiliza para fabricar botas y trajes de buceo. Los elastómeros son un tipo de *polímeros* (del griego *poli* = muchos; *meros* = partes), que son grandes moléculas constituidas por la unión química secuencial de moléculas pequeñas iguales llamadas *monómeros*. El hule es un elastómero natural pero la mayoría de los materiales elásticos que se utilizan son sintéticos y se fabrican mediante reacciones químicas llamadas de polimerización.

Otro tipo común de polímero son los plásticos. A diferencia de otros polímeros como los elastómeros, su deformación por motivo de la aplicación de dos fuerzas que actúan en sentido contrario tendiendo a estirarlo, es parecida a la que experimentan los metales; pero en mucho mayor proporción. Este comportamiento consiste esencialmente en que su oposición a deformarse por la aplicación de las fuerzas es diferente en distintos grados de deformación.

El descubrimiento del hule y la **síntesis** de plásticos revolucionaron la industria, ya que han sustituido al vidrio, al cuero, a las fibras naturales como el algodón y la lana, a la cerámica, al marfil, a la madera y a los metales, e incluso se emplean para suplir partes del cuerpo, como prótesis de brazos, piernas, dientes y hasta válvulas cardíacas. Las propiedades que hacen de los plásticos materiales muy utilizados son: versatilidad y capacidad de adaptar sus propiedades para usos específicos; ligereza, durabilidad, resistencia a reaccionar con diversos compuestos químicos; resistencia al agua y a los impactos; seguridad e higiene para el empaque de alimentos; aislamiento térmico y eléctrico, y un costo de producción relativamente bajo (figura 5.2).

A continuación se presentan otras preguntas relacionadas con los materiales elásticos.

Recuerden que no necesariamente tienen que realizar su proyecto utilizando la pregunta que se planteó al inicio de estas páginas, sino que pueden elegir otras preguntas relacionadas con estos materiales, y que se adapten a sus intereses.

Ejemplos de otras preguntas son, ¿cómo influye la estructura microscópica en las propiedades de los materiales elásticos?

¿Qué factores afectan la síntesis de los materiales elásticos? ¿Cuáles son las consecuencias de la acumulación de plásticos en el ambiente? Recuerden que pueden plantear otras preguntas.

Ahora que te acercas al final del curso de Ciencias 3 y más importante aún, al final de la secundaria, es tiempo de que pongas en práctica lo que has aprendido.

A lo largo de estos tres años has desarrollado diversas habilidades y construido conocimientos que te permiten enfrentar retos, aprender nuevas cosas por tu cuenta y diseñar y llevar a la práctica experimentos que te permiten conocer diversos aspectos del mundo que te rodea. En los proyectos anteriores, tus compañeros y tú eligieron un tema relacionado con un bloque, ahora pueden elegir un tema en torno a cualquier contenido del curso y por supuesto debe estar relacionado con algún problema o situación que sea de su interés, ya sea porque tengan una pregunta sobre algún tema de ciencias –*proyecto científico*–, porque quieran resolver un problema de su comunidad –*proyecto ciudadano*– o porque les interesa generar un producto útil a partir de lo que han aprendido –*proyecto tecnológico*–.

En este bloque encontrarás siete propuestas para el desarrollo de proyectos relacionados con algunos temas que estudiaste en el curso. Estas propuestas son *preguntas* que tus compañeros de equipo y tú pueden formular, elegir y modificar de acuerdo con sus intereses. Reúnete con un equipo de compañeros, revisen los proyectos y, si alguno les genera curiosidad, planéenlo y llévenlo a cabo. Sin embargo, como ha sido en bloques anteriores, si ustedes quieren plantear una pregunta diferente sobre cualquier tema del curso, plantéenla y contéstenla mediante su trabajo como proyecto.

El propósito de este bloque es que mediante el proyecto aprendan y resuelvan algún reto o generen algún producto de utilidad personal, para su escuela o para su comunidad.

### ¿Qué es lo importante de un proyecto de fin de curso?

Como saben, lo más importante es que ustedes sean quienes generen las ideas; por supuesto que su profesor puede apoyarlos, pero las principales aportaciones deben ser suyas.

Recuerden que el proyecto debe estar bien estructurado, mediante la *planeación* y *división de responsabilidades*, el *desarrollo*, la *comunicación* de los resultados y las *conclusiones*. Esto les ayudará a llevar su proyecto a buen término. Al finalizar, reflexionen sobre su trabajo y el de su equipo, con el fin de detectar lo que hicieron bien y lo que pueden mejorar.

Dada la importancia de los materiales elásticos en la industria y en nuestra vida diaria, pueden elegir lo siguiente como tema del proyecto.

¿Cómo se sintetiza un material elástico?

### Planeación del proyecto

No olviden que para todo proyecto, la primera fase consiste en la planeación, ésta a su vez puede subdividirse en varias etapas.

#### Te invito a...

Leer el libro de Rangel Nafalle, Carlos, *Los materiales de la civilización*, México, Fondo de Cultura Económica, 2011 (La ciencia para todos).

**Elección del tema del proyecto**

Para comenzar reúnanse en equipo y decidan qué pregunta les interesa contestar. ¿Les interesa más el aspecto de la fabricación de plásticos en la industria? ¿o les preocupan las consecuencias ambientales del uso de los plásticos? Utilicen estas ideas para discutir cuál será el tema que guíe su proyecto.

Anoten la pregunta en la línea y en su cuaderno bajo el título  
"Pregunta de investigación"

---



---

Reflexionen en torno a cómo se pueden aplicar los resultados de su investigación en la escuela, en la comunidad o en casa y definan el propósito de su investigación.

Una vez que hayan planteado su pregunta traten de responderla con lo que saben hasta ahora, es decir, planteen una hipótesis, que es la explicación que ustedes proponen para el fenómeno que quieren investigar. Es muy importante que la hipótesis que planteen pueda verificarse con su investigación. Además es necesario considerar el tiempo de desarrollo del proyecto.

Escriban en su cuaderno el propósito y la hipótesis de su proyecto.

**Organización de las actividades**

En este momento ya cuentan con la pregunta que guiará su proyecto. Es tiempo de decidir qué acciones llevarán a cabo para contestarla. Una acción fundamental es la selección de fuentes de información, es decir, cuál es la forma más adecuada de obtener la información dependiendo del tipo de proyecto que realicen. Otra acción importante es elaborar el cronograma de actividades (pueden recordar cómo realizarlo en el proyecto del bloque 1) en el que distribuyan las responsabilidades y asignen fechas para completar las tareas.

**Desarrollo**

**Búsqueda y organización de la información**

Una vez planeado el proyecto, busquen información relacionada con la pregunta planteada. Consulten diversas fuentes, como libros, revistas, internet o documentales educativos. Asegúrense que las fuentes sean confiables (consulten la página 258) (figura 5.3).

También pueden obtener información de primera mano. Por ejemplo, si eligieron investigar qué ocurre con los plásticos como contaminantes, podrían hacer una visita a un parque o a otro lugar cercano y detectar si los plásticos son un tipo de contaminante común.

Para organizar la información utilicen tablas, gráficas o esquemas que les ayuden a visualizar relaciones entre los diferentes tipos de datos. Consulten sobre elaboración de tablas, gráficas y esquemas en los proyectos anteriores.

**Análisis de la información**

Al analizar la información es muy importante siempre tener en mente la pregunta de investigación, elijan únicamente la información útil para responderla.



5.3 Si deciden entrevistar a un experto, planeen las preguntas de antemano.

**Elaboración del producto**

Cualquiera que sea el tipo de proyecto que realicen, elaboren un producto. Por ejemplo, si quieren divulgar información científica pueden elaborar un folleto; si su proyecto es tecnológico, consideren entre todos qué objeto van a construir para colaborar en la resolución de un problema o mejorar un proceso (figura 5.4).

**Conclusiones**

Al terminar el análisis de la información resuman sus resultados y compárenlos con su hipótesis, ¿ésta fue acertada o tuvieron que refutarla?, ¿por qué? ¿Cuáles fueron los logros durante el desarrollo de su proyecto? ¿Se cumplió el propósito de su proyecto?

**Comunicación**

Uno de los objetivos de toda investigación es dar a conocer los resultados a un público. Dependiendo de sus resultados, del público al que se dirigirán, del tiempo y recursos de que dispongan, presenten sus resultados de una forma accesible y amena. Pueden utilizar presentaciones en computadora, acetatos, carteles, maquetas, folletos u otra forma que se les ocurra. Pueden llevar muestras de materiales para que el público conozca más de su trabajo. Recuerden que es importante presentar la información de forma ordenada, de tal manera que el público conozca su pregunta de investigación, qué hicieron y qué concluyeron (figura 5.5).

**Evaluación**

**Coevaluación**

Analiza con tu equipo el trabajo realizado por todos y cada uno de ustedes durante este proyecto. Después, responde las preguntas.

- ¿Cómo se eligió el tema de investigación y el propósito del proyecto? ¿Qué aportó cada uno de los integrantes?
- ¿Cómo se obtuvo y analizó la información?
- ¿Cuál fue la forma de comunicarse e integrarse en equipo?

**Autoevaluación y reflexiones sobre mi desempeño**

Al terminar el proyecto es importante realizar de forma individual una evaluación del trabajo para reflexionar sobre lo que aprendiste. Para ello, plantéate preguntas como las siguientes.

- ¿Aporté ideas valiosas para el desarrollo del proyecto?, ¿cuáles?
- ¿Realicé una planeación adecuada del proyecto?, ¿cómo lo sé?
- ¿Qué actitud tuve ante los obstáculos que se presentaron?, ¿cómo los superé?
- ¿Trabajé en equipo durante el desarrollo de este proyecto?
- ¿Cómo puedo mejorar?



5.4 Un tríptico es un folleto informativo doblado en tres partes en el que se puede organizar la información y presentarla de manera clara y sencilla.



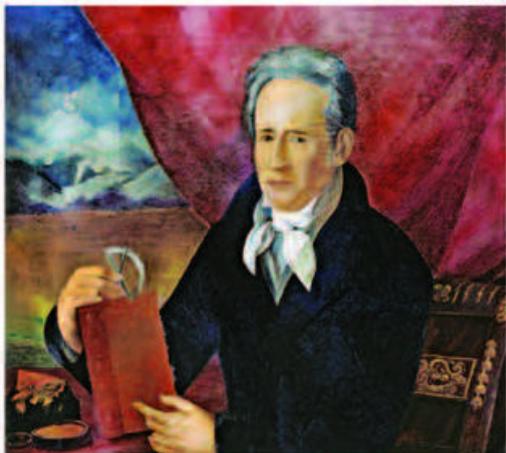
5.5 La comunicación de los resultados puede hacerse de diversas maneras, por ejemplo, con una exposición apoyada con el pizarrón.

**Proyecto**  
Ahora tú explora,  
experimenta y actúa.  
Integración y aplicación



## Proyecto 5.2

### Proyecto: ¿Qué aportaciones a la química se han generado en México?



5.6 Andrés Manuel del Río (1764-1849).

Como se habrán dado cuenta a lo largo de este curso, muchas personas han contribuido al desarrollo de la química. Por lo general, quien realiza algún hallazgo excepcional se vuelve célebre. Sin embargo, los hallazgos científicos descansan en las ideas y el trabajo de muchas personas que algunas veces permanecen en el anonimato. Varios factores hacen que un científico sea reconocido, y éstos dependen de su trabajo, pero también del contexto político, económico y social en el que se desenvuelven. La forma de experimentar, investigar y obtener conclusiones es básicamente igual en todo el mundo porque, como saben, la ciencia tiene ciertas reglas, pero los contextos de cada país y momentos históricos son muy diferentes, lo que resulta en problemas y oportunidades distintos para cada científico. Por estas razones, si decidieran realizar un proyecto sobre las aportaciones de México a la química, deben recordar que son producto del trabajo de distintas personas en diferentes contextos históricos.

Si eligen éste como proyecto de fin de curso explorarán algunas contribuciones de científicos mexicanos a la química. Son varios los científicos locales y extranjeros que han aportado conocimientos novedosos a la química y a nuestro país, desde la era colonial hasta nuestros días. Aquí te mostramos un ejemplo interesante.

Andrés Manuel del Río nació en Madrid el 10 de noviembre de 1764 y murió en la Ciudad de México el 23 de marzo de 1849 (figura 5.6). Estudió Química Analítica y Metalurgia en la Universidad de Alcalá de Henares, en España. En 1794 ocupó la cátedra de Química y Mineralogía del Real Seminario de Minería de la Nueva España, donde escribió la primera obra sobre mineralogía en América, llamada *Elementos de onctognosia*. En 1801, al examinar muestras minerales procedentes de Zimapán, Hidalgo, Andrés Manuel del Río concluyó que había encontrado un nuevo elemento metálico que formaba compuestos de color rojo, al que llamó "eritronio".

Dentro de los diversos proyectos que puedes desarrollar al final de tu curso se encuentran aquéllos en los que puedes realizar una investigación histórica; los proyectos les ayudarán a tus compañeros y a ti a mejorar sus habilidades de investigación bibliográfica y de selección de información en diferentes fuentes. Además, con este tipo de proyectos se pretende que conozcan cómo se generaron algunas de las grandes ideas de la ciencia y que conozcan más de la vida de los

**onctognosia.** Ciencia que enseña a conocer los minerales y los fósiles.

científicos, que son personas como ustedes. Muchos de estos científicos encontraron dificultades y tropiezos que lograron superar. Además, los ejemplos de cómo trabajaron y los logros que obtuvieron forman parte de la herencia cultural de una nación y del mundo. En este caso estudiarán cómo contribuyeron algunos científicos mexicanos al avance de la química. Hay muchas preguntas que pueden contestar y depende de ustedes elegir o plantear la que más les interese.

Algunos científicos mexicanos también han hecho aportaciones que nos impactan incluso en nuestra vida cotidiana. Es por ello que en este proyecto pueden investigar lo siguiente.

*¿Qué aportaciones a la química se han generado en México?*

Como en México no había una Academia de Ciencias que pudiera avalar su hallazgo, Andrés Manuel del Río mandó muestras a Francia, donde se le informó que sus muestras sólo contenían cromo, por lo que se rechazó la petición de atribuirle el descubrimiento de un nuevo elemento. En 1830, el sueco Nils Gabriel Sefström re descubrió el metal y lo nombró vanadio. Ese mismo año se demostró que este elemento era el mismo que había descrito del Río, sin embargo, el nombre eritronio no prevaleció.

Para orientar su proyecto, algunas de las preguntas que se pueden plantear están relacionadas con las aportaciones de varios científicos y en diferentes épocas, por ejemplo, con Andrés Manuel del Río la Independencia de México jugó un papel relevante en su situación como investigador, ¿cómo ha influido el contexto histórico en el avance de la química en México? ¿Cuál fue la aportación de Mario Molina, premio Nobel de Química en 1995? ¿Quién fue Vicente Ortigosa y cuál es su relación con la nicotina, uno de los principales compuestos activos del tabaco? ¿Cuál es la historia de Luis Ernesto Miramontes Cárdenas y las píldoras anticonceptivas? ¿Cuáles fueron las dificultades energéticas que sufrió México después de la Expropiación Petrolera y cómo contribuyeron los químicos mexicanos a superarlas? Elijan una de estas preguntas para realizar su proyecto o planteen otra que les interese más.

Para recordar cómo trabajar en equipo, revisen los proyectos anteriores.

### Planeación del proyecto

Quizá cuando se plantean un proyecto les den ganas de poner manos a la obra inmediatamente pero, ¿por dónde deben empezar? Seguramente saben que una manera de encaminar sus esfuerzos es planear el proyecto. ¿Cuáles son los pasos útiles en la planeación de los proyectos? Anótenlos en su cuaderno y discútanlos.

Probablemente se han dado cuenta de que es muy importante elegir y acotar muy bien la pregunta que quieren contestar, ya que es muy fácil perderse entre tanta información y tantas preguntas, así que la primera fase es la elección del tema del proyecto.



5.7 Por sus aportaciones en torno a la formación de la capa de ozono y su deterioro por el uso de los clorofluorocarbonos, se le otorgó el Premio Nobel a Mario Molina en 1995. Gracias a su intervención se estableció el Tratado de Montreal que firmaron numerosos países para proteger la capa de ozono.

**Te invito a...**

Leer el artículo de Miramontes Vidal, Octavio, "La píldora anticonceptiva, la UNAM y la mayor contribución de la ciencia mexicana de todos los tiempos", Departamento de Sistemas Complejos, Instituto de la Física, UNAM, disponible en [www.edutics.com.mx/4jn](http://www.edutics.com.mx/4jn) (Consulta: 21 de enero de 2019), para conocer más sobre las aportaciones de Luis Miramontes a la ciencia.



Ahora, anoten la pregunta en su cuaderno bajo el título "Pregunta de investigación"

**Elección del tema del proyecto**

El tema del proyecto debe ser acorde a sus intereses y a los recursos que tienen disponibles para llevarlo a cabo. Por ejemplo, ¿cuenta su biblioteca con libros sobre historia de la química?, ¿tienen acceso a una computadora con internet?

Es importante llegar a acuerdos con su equipo para decidir la pregunta de investigación. ¿Cuál creen que puede ser la respuesta a su pregunta de investigación? Planteen una hipótesis como lo hicieron en los proyectos que ya realizaron.

Reflexionen en torno a ¿qué quiero saber con este proyecto?, ¿para qué quiero saberlo? De acuerdo con las respuestas, definan el propósito de su investigación. Escriban la hipótesis y el propósito de su proyecto en su cuaderno. Una vez que hayan definido su pregunta y su propósito deben organizar sus actividades.

**Organización de las actividades**

Para organizar las actividades, primero elaboren una lista de lo que necesitan hacer, por ejemplo, si decidieron hacer su proyecto sobre Andrés Manuel del Río y el eritronio, podrían investigar más detalles sobre su biografía, cuál era la situación económica, política, social y científica en la Nueva España y en México Independiente. Piensen dónde buscar la información, qué producto harán y cómo presentarán esta información.

Una vez que tengan la lista de actividades, asignen un responsable para cada una y una fecha de entrega. A esto se le conoce como cronograma y entre todos ustedes deben asegurarse de que se cumpla para que entreguen su proyecto a tiempo.

**Desarrollo**

Ahora ya saben cuáles son las responsabilidades de cada integrante del equipo, así que imanos a la obra!, comiencen a buscar y organizar la información.

**Búsqueda y organización de la información**

En el caso de este proyecto, buscarán principalmente información histórica, así que las fuentes que pueden consultar son libros, revistas o internet. Si decidieron enfocarse en los efectos de los clorofluorocarbonos y el trabajo de Mario Molina, podrían encontrar gráficas que indiquen la presencia de estos compuestos antes y después de la firma del Protocolo de Montreal. Analicen las gráficas, ya que se pueden utilizar para contestar la pregunta que se plantearon (figura 5.8).

Cuando se busca información es importante tener en cuenta cuál es la pregunta de investigación para orientar la búsqueda. Seguramente encontrarán una gran cantidad de información, independientemente del tema que hayan elegido; pueden encontrar cómo seleccionar fuentes de información confiables en proyectos anteriores. Como en este caso son temas históricos, pueden organizar la información en una línea de tiempo, que les permitirá ver cuáles eventos históricos fueron relevantes en la época de la aportación.



Cantidad de ozono

**5.8** En las gráficas se pueden presentar muchos datos de manera clara y precisa. En este caso se presenta la cantidad de ozono en la tropósfera y estratósfera. Observa que de un solo vistazo puedes darte cuenta de que en la estratósfera hay mucho más ozono que en la tropósfera.

**Análisis de la información**

La pregunta de investigación es importante cuando se analizan los datos. ¿Qué les indica la información? Por ejemplo, si decidieron investigar sobre los anticonceptivos orales, quizá el papel de éstos fue influido por la situación en la que se encontraban las mujeres en esa época. ¿Cómo se relacionan ambos? Plántense este tipo de preguntas.

**Elaboración del producto**

Al realizar un proyecto deben generar un producto. En este caso podrían elaborar una línea de tiempo para presentar eventos en un orden cronológico. Implica diseñar una barra con fechas en las que se muestren los eventos que se quieren resaltar. Usen toda su creatividad, hay muchas formas de diseñarlas (figura 5.9).

**Conclusiones**

Al terminar su proyecto, revisen la información encontrada y determinen si contestaron su pregunta de investigación. Comparen su respuesta a la pregunta planteada, con la hipótesis. Discutan las semejanzas y las diferencias y traten de explicar por qué es así. Además, reflexionen sobre si se cumplió su propósito.

**Comunicación**

Una línea de tiempo sirve para comunicar la información y es indispensable presentar los datos de manera clara, así que si elaboraron una línea de tiempo seleccionen sólo los eventos relevantes (figura 5.10).

**Evaluación**

**Coevaluación**

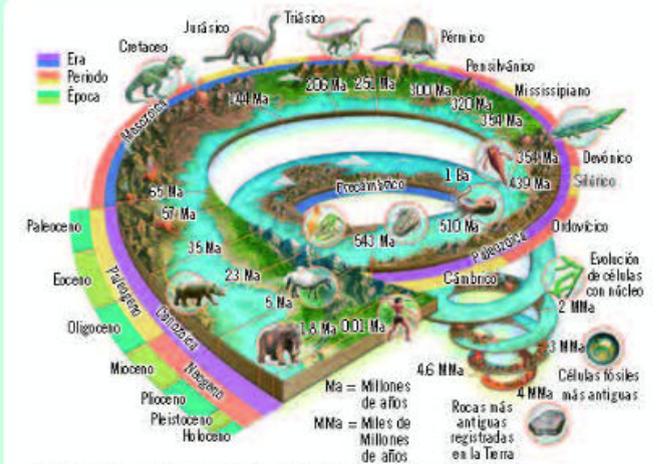
Analiza con tu equipo el trabajo realizado por todos y cada uno de ustedes durante este proyecto. Después, responde las preguntas.

- ¿Cómo se eligió el tema de investigación y el propósito del proyecto?, ¿qué aportó cada uno de los integrantes?
- ¿Cómo se obtuvo y analizó la información?
- ¿Cuál fue la forma de comunicarse e integrarse en equipo?

**Autoevaluación y reflexiones sobre mi desempeño**

Al terminar el proyecto es importante realizar de forma *individual* una evaluación del trabajo para reflexionar sobre lo que aprendiste. Para ello, plántate preguntas como las siguientes.

- ¿Aporté ideas valiosas para el desarrollo del proyecto?, ¿cuáles?
- ¿Realicé una planeación adecuada del proyecto?, ¿cómo lo sé?
- ¿Qué actitud tuve ante los obstáculos que se presentaron?, ¿cómo los superé?
- ¿Trabajé en equipo durante el desarrollo de este proyecto?
- ¿Cómo puedo mejorar?



**5.9** Una línea de tiempo puede ser virtual como ésta, no necesariamente tiene que ser recta. En este caso se presenta una línea de tiempo de las eras geológicas con un diseño en espiral.



**5.10** Todos los integrantes del equipo deben conocer a fondo la línea de tiempo para presentarla.

**Proyecto**  
Ahora tú explora,  
experimenta y actúa.  
Integración y aplicación

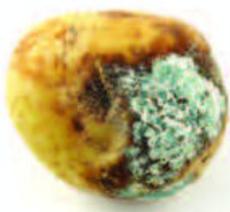


## Proyecto 5.3

Sostenibilidad 



**5.11** A mediados del siglo xx ocurrió la llamada Revolución Verde, en la que los agricultores comenzaron a utilizar grandes cantidades de fertilizantes.



**5.12** Papa infectada por el hongo *Phytophthora infestans*, causante de la hambruna en Irlanda en 1845.

### Proyecto: ¿Cuáles son los beneficios y riesgos del uso de fertilizantes y plaguicidas?

Actualmente, la población mundial asciende a aproximadamente 7 000 millones de habitantes. Cada persona tiene necesidades básicas y genera desechos. Cuando el número de personas en una región determinada excede la capacidad del ambiente para mantenerlas, se denomina sobrepoblación. Dentro de la compleja problemática de la sobrepoblación mundial está el aspecto de la alimentación: ¿qué hacer para producir alimentos para todas las personas? Cada vez se emplea más terreno de los bosques y selvas como campos de cultivo y de pastoreo; además se busca que estos terrenos produzcan cada vez más alimentos. Es aquí donde entran en función los fertilizantes.

Si deciden realizar este proyecto, podrán valorar la importancia de los fertilizantes y plaguicidas en la producción de alimentos, y también conocerán los riesgos y las consecuencias de su uso en el ambiente y en la salud humana.

Probablemente han escuchado mencionar los términos fertilizantes y plaguicidas, pero ¿se han detenido a pensar qué son y cómo actúan sobre el suelo y sobre otros organismos?

Los fertilizantes son sustancias que se añaden al suelo para proveer a las plantas los minerales necesarios para su desarrollo. Se estima que de 40 a 60% del rendimiento de los cultivos puede atribuirse al uso de fertilizantes industriales, así que éstos tienen un gran impacto en la producción de alimento para la población (figura 5.11).

Los plaguicidas son sustancias o mezclas de sustancias utilizadas para prevenir, destruir, repeler o mitigar una plaga. Se añaden a los cultivos para prevenir el crecimiento de malezas, la aparición de enfermedades (causadas por hongos, virus o bacterias) o el daño por insectos, aves, caracoles u otros animales (figura 5.12). Pueden ser agentes químicos o biológicos y se clasifican principalmente en herbicidas, fungicidas, insecticidas y bactericidas.

Este proyecto, "Química y tecnología", igual que algunos otros que pueden plantearse, trata sobre los efectos ambientales de algunos compuestos químicos, así como sus beneficios. Éstos, además de ser proyectos científicos porque conocerán acerca de los compuestos y sus propiedades, son proyectos ciudadanos, ya que les permiten conocer un problema y tomar acciones responsables o buscar alternativas de solución. Las problemáticas tratadas nos afectan a muchos niveles, desde el nivel global hasta el local. En el diseño de su proyecto ustedes pueden proponerse investigar y buscar soluciones para problemas mundiales o de nuestro país, o bien, de su comunidad.

El objetivo es que analicen en equipos el problema que eligieron desde varias perspectivas: la química, la social, la económica, etcétera, para comprender la situación y hacer propuestas de solución adecuadas y realistas (sobre el trabajo en equipos consulten los proyectos anteriores).

Hasta ahora sólo hemos definido qué son los fertilizantes y plaguicidas, pero no hemos profundizado en cómo benefician a los cultivos y cuáles son los riesgos y problemas de su uso. Esto lo harán ustedes si deciden realizar este proyecto.

¿Cuáles son los beneficios y riesgos del uso de fertilizantes y plaguicidas?

Al ser el uso de fertilizantes y plaguicidas una situación compleja, con pros y contras, existen muchas facetas que pueden analizar. Evidentemente no pueden abarcar todo, por lo que les sugerimos seleccionar alguna o algunas preguntas específicas que sean de su interés. Aquí les mostramos algunos ejemplos, pero ustedes pueden plantear otras que no estén incluidas.

Si viven en la ciudad, quizá se pregunten para qué es necesario conocer acerca de fertilizantes y plaguicidas, si no hay sembradíos cerca de su casa. ¿Sabían que para producir muchos de los alimentos que consumen utilizaron estos productos? ¿Y que además, utilizarlos conlleva beneficios y riesgos? Algunas preguntas relevantes para comprender los beneficios y riesgos del uso de fertilizantes son, ¿cuándo debe utilizarse un fertilizante? ¿Cuáles son los nutrientes que aportan al suelo los fertilizantes? ¿Cuáles son ejemplos de fertilizantes naturales y artificiales y cuáles son las ventajas y desventajas de cada uno de ellos? ¿Cómo dañan los fertilizantes el ambiente? (figura 5.13) ¿Existen alternativas para el uso de fertilizantes que promuevan el desarrollo sustentable? ¿Qué es una milpa y cuáles son las ventajas de utilizar este método de cultivo? ¿Cuáles son los principales fertilizantes que se utilizan en su comunidad? ¿Cuáles son sus beneficios y riesgos?

¿Alguna vez han visto una planta enferma? Quizá en alguna maceta de su casa han tenido una plaga de pulgones o mosquitas blancas, o han visto manchas en el tallo de una palma. Para combatir estas enfermedades y muchas otras que afectan la producción de frutas y vegetales, podrían plantearse algunas de estas preguntas: ¿cómo funcionan los plaguicidas? ¿De qué pueden enfermarse las plantas y cómo pueden evitarse o tratarse estas enfermedades? ¿Cómo afectan los plaguicidas las cadenas alimentarias? ¿Cuáles son los efectos tóxicos de los plaguicidas en los seres humanos? ¿Existen alternativas para el uso de plaguicidas que promuevan el desarrollo sustentable? ¿En qué consiste el manejo integral de plagas? ¿Existen formas de cultivo que no requieren plaguicidas? ¿En qué consisten? ¿Cuáles son las principales plagas y cuáles plaguicidas se utilizan en su comunidad? ¿Qué es el control biológico? ¿Cuáles son sus ventajas?

Recuerden que pueden plantear otras preguntas con la ayuda de su profesor y planear un proyecto para responderlas.

### Planeación del proyecto

Para mejorar las posibilidades de éxito de su proyecto, diseñenlo cuidadosamente. En los apartados siguientes, se describen brevemente los pasos para planear un proyecto, adaptenlo según sus necesidades.

### Elección del tema del proyecto

Como ven, son muchas preguntas, ¡pero no deben contestarlas todas! Sólo seleccionen una o dos, las que más les interesen y explórenlas a fondo.



**5.13** Cuando los fertilizantes llegan a los cuerpos de agua, las plantas acuáticas y otros organismos fotosintéticos que habitan en ellos se reproducen de manera excesiva, a esto se le llama eutrofización y causa alteraciones en los ciclos de vida de otros organismos.

### Te invito a...

Leer la página del Centro Nacional de Referencia de Control Biológico, que pertenece a la SAGARPA, dedicado a brindar alternativas al uso de pesticidas, en: [www.edufics.com.mx/4su](http://www.edufics.com.mx/4su) (Consulta: 21 de enero de 2019).

Recuerden que uno de los objetivos de los proyectos es que desarrollen temas que les despierten curiosidad o que representen un problema para su comunidad. En equipos, acuerden cuál es la pregunta que quieren responder y escribanla en la línea y en su cuaderno bajo el título "Pregunta de investigación"



**5.14** Cuando realizas una investigación científica o un proyecto, es importante organizar bien en tu cuaderno un registro cuidadoso de tus ideas, hallazgos y conclusiones.

Una vez que tienen su pregunta de investigación deben plantear una hipótesis. Esto ya lo han hecho anteriormente en otros proyectos, pero vale la pena recordar a qué nos referimos cuando hablamos de hipótesis. Recuerden que las hipótesis son enunciados tentativos que proponen posibles explicaciones a ciertos fenómenos y son las guías sobre las que van a diseñar su proyecto. Anoten la hipótesis en su cuaderno (figura 5.14).

Al plantear una hipótesis deben mencionar cuál es la relación entre las variables que quieren investigar. Por ejemplo, si se utilizan los fertilizantes de manera irresponsable, entonces se causarán daños al ambiente. Una de las variables es la utilización de fertilizantes, mientras que la otra son los daños al ambiente. Noten también el uso de las palabras "si" y "entonces" en la escritura de la hipótesis.

Una vez que hayan planteado su hipótesis, piensen si es posible aplicar los resultados de su investigación, ya sea en su escuela, en su comunidad o en su casa. Con base en las respuestas, definan el propósito de su investigación.

Ya han seleccionado una o varias preguntas para responder, ya plantearon una hipótesis comprobable y establecieron el propósito de su proyecto. Ahora sí, ¡listos para comenzar! Hay que organizar cómo llevarán a cabo las actividades necesarias para realizar su proyecto.

**Organización de las actividades**

Enlisten todas las actividades que necesitan llevar a cabo y asignen al integrante del equipo responsable de cada una y cuándo debe terminar dicha actividad. Para ello es necesario tener en mente la fecha de entrega de su proyecto. Cada integrante debe colaborar de manera equitativa y responsable.

**Desarrollo**

El paso inicial en cualquier proyecto es la recopilación de distintos materiales informativos.

**Búsqueda y organización de la información**

En este tipo de proyectos existe una gran variedad de fuentes de información. Por ejemplo, si decidieron conocer cuáles son los plaguicidas o fertilizantes que se utilizan en su comunidad, pueden acudir a las oficinas locales de la SAGARPA (figura 5.15). También podrían entrevistar a uno o varios agricultores de la zona. Una vez que conozcan cuáles plaguicidas o fertilizantes se utilizan, podrían buscar su composición química, sus beneficios y sus efectos ambientales y en la salud humana (para más información sobre fuentes de información confiables, consulta la página 258. Sobre cómo llevar a cabo una entrevista, vean los proyectos anteriores).



**5.15** La Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) se encarga de regular y apoyar al sector agropecuario.

**Análisis de la información**

Para analizar la información tengan en cuenta su hipótesis y la pregunta de investigación. Ambas les ayudarán a guiar la estructura del proyecto y a eliminar la información innecesaria. Por ejemplo, si eligieron investigar cuáles son las alternativas de fertilización que promueven el desarrollo sustentable, analicen si las opciones que encontraron son aplicables con los recursos con que cuenta su comunidad o qué se requeriría para su implementación.

**Elaboración del producto**

Como parte de su proyecto deben realizar un producto. Para este proyecto podrían, por ejemplo, escribir un documento con la información más importante que encontraron de su pregunta de investigación sobre plaguicidas y fertilizantes.

**Conclusiones**

Al final del proyecto reflexionen, ¿contestamos la pregunta de investigación? ¿La hipótesis que planteamos fue acertada?, ¿por qué? ¿Se cumplió el objetivo del proyecto?

**Comunicación**

El mismo documento que elaboren puede servirles para difundir la información que encontraron, ya que un aspecto fundamental de un proyecto es dar a conocer los resultados a otras personas, (figura 5.16). Si eligieron investigar sobre el uso de fertilizantes y plaguicidas en su comunidad, podrían elaborar un tríptico o un pequeño periódico o gaceta para repartir en el área (pueden encontrar información sobre cómo realizar un tríptico en la página 227). Decidan qué información es relevante para colocar en este tríptico dependiendo de qué quieran enfatizar, ¿escribirán únicamente sus resultados? ¿Comunicarán todo su proceso de investigación?

**Evaluación**

**Coevaluación**

Analiza con tu equipo el trabajo realizado por todos y cada uno de ustedes durante este proyecto. Después, responde las preguntas.

- ¿Cómo se eligió el tema de investigación y el propósito del proyecto?, ¿qué aportó cada uno de los integrantes?
- ¿Cómo se obtuvo y analizó la información?
- ¿Cuál fue la forma de comunicarse e integrarse en equipo?

**Autoevaluación y reflexiones sobre mi desempeño**

Al terminar el proyecto es importante realizar de forma individual una evaluación del trabajo para reflexionar sobre lo que aprendiste. Para ello, plantéate preguntas como las siguientes.

- ¿Aporté ideas valiosas para el desarrollo del proyecto?, ¿cuáles?
- ¿Realicé una planeación adecuada del proyecto?, ¿cómo lo sé?
- ¿Qué actitud tuve ante los obstáculos que se presentaron?, ¿cómo los superé?
- ¿Trabajé en equipo durante el desarrollo de este proyecto?
- ¿Cómo puedo mejorar?



**5.16** Tomen las ideas principales del documento que elaboraron y preséntelas a los demás en hojas de papel rotafolio, cartulinas, proyecciones de acetatos o presentaciones en computadora.

**Proyecto**  
Ahora tú explora,  
experimenta y actúa.  
Integración y aplicación



## Proyecto 5.4



5.17 Los egipcios utilizaban distintos tipos de maquillaje, tal como se puede apreciar en este busto de la reina Nefertiti.

### Proyecto: ¿De qué están hechos los cosméticos y cómo se elaboran?

¿Sabían que todos utilizamos productos cosméticos? En general existe la idea de que sólo las mujeres usan cosméticos, pero en realidad éstos son productos utilizados para mejorar o proteger la apariencia o el olor del cuerpo, es decir, limpiarlo, embellecerlo o alterar su apariencia sin afectar sus estructuras o funciones. Es decir, dentro de los cosméticos se encuentran productos para la piel (cremas, lociones, repelentes de insectos); para el cabello (champú, enjuagues o acondicionadores, *spray*, *mousse*, fijadores, geles, brillantinas y cremas para peinar, tratamientos capilares, tintes); para la higiene (geles, cremas y espumas para rasurar, rastrillos y repuestos); maquillaje (lápices labiales, sombras para ojos, máscara para pestañas, etcétera); productos para las uñas (barnices, tratamientos); productos para perfumar, modificar o corregir los olores corporales (desodorantes, antitranspirantes, fragancias, perfumes, talcos). ¿Se han preguntado si estos productos en realidad hacen lo que dicen? ¿Cuál es el papel de sus ingredientes? (figura 5.17).

¿Se han puesto a pensar en los productos que utilizan y consumen todos los días? Éstos van desde los alimentos que ingieren, el jabón con el que se bañan, la grasa con la que bolean sus zapatos y la tinta de su pluma, entre muchos otros.

Algunos proyectos, como éste, les servirán para reflexionar sobre los productos de uso cotidiano y cuál es su relación con la química, por ejemplo, ¿de qué están hechos? Además, les permitirán profundizar en el aspecto tecnológico, es decir, ¿cómo es que se producen?, ¿cuáles tecnologías permiten que funcionen adecuadamente? Y no sólo eso, también podrán analizar el aspecto social de dichos productos, ¿cómo impactan a la sociedad?, ¿cuáles son sus beneficios y sus riesgos?

Lo importante de este tipo de proyectos es que ustedes planteen las preguntas que les interesen acerca de los objetos que utilizan. De esta manera, sabrán de dónde vienen, para qué sirven y cómo darles mejor uso.

En las siguientes páginas les proponemos un proyecto de investigación sobre cosméticos que, como verán más adelante, no sólo se refieren a maquillaje, sino a productos que todos utilizamos diariamente.

Debido al extendido uso de los productos cosméticos es importante conocer de qué están hechos y cómo se fabrican, a qué deben sus propiedades y cuáles pueden ser los riesgos de su uso. Es por eso que en este proyecto contestarán la pregunta siguiente.

¿De qué están hechos los cosméticos y cómo se elaboran?

#### Te invito a...

leer el artículo de Sosa Reyes, Ana María, "La química del pelo", en *¿Cómo ves?*, México, noviembre de 2001, núm. 36, p. 26.

Como se mencionó, existen diferentes productos cosméticos, tanto para mujeres como para hombres. Es por esto que también hay un gran número de preguntas que pueden plantearse acerca de ellos. Por ejemplo, ¿cuáles son los ingredientes de las cremas antiarrugas?, ¿funcionan? ¿Por qué son tan costosas? O también podrían hacer preguntas con respecto a productos de limpieza, por ejemplo, ¿en realidad la pasta de dientes blanquea los dientes? ¿Cuál es el ingrediente que tienen para lograrlo? Otra opción es plantearse la pregunta, ¿cómo se fabrica un producto cosmético? (el que a ustedes les interese) o incluso elaborar uno ustedes mismos. Tengan presente que también pueden plantear otras preguntas sobre aspectos que les interesen de los cosméticos (figura 5.18).

Protección Solar diariamente en todo el cuerpo.

**INGREDIENTES:** Agua, Glicerina, Salicilato de octilo, C12-15 Alquil benzoato, Octocrileno, Benzofenona-3, Butil metoxidibenzoilmetano, Alcohol cetílico, Alcohol cetearílico, Estearato de glicerilo, Acido esteárico, Fenoxietanol, Trietanolamina, Cetear-20, EDTA disódico, Acetato de tocoferilo, Carbomer, Cloruro de benzalconio, Fragancia, Goma xantán, Metilisotiazolinona, Pantenol, Crospolimerio de acrilatos/C10-30 alquil acrilato. 11740-096

5.18 La legislación actual indica que los ingredientes de un producto deben nombrarse de acuerdo con la cantidad en la que se encuentran en el producto, es decir, el ingrediente que se encuentra en mayor cantidad está al principio de la lista.

### Planeación del proyecto

La fase de planeación del proyecto es sumamente importante, ya que de ésta depende en gran medida el éxito de su trabajo. A continuación se propone una serie de pasos para la planeación de su proyecto, adáptenlos a sus necesidades.

#### Elección del tema del proyecto

El proyecto que elijan dependerá de sus intereses. Quizá a algunos de ustedes les interesará, por ejemplo, ¿qué información debe estar en las etiquetas de los productos cosméticos?, ¿cuáles son las diferencias en los ingredientes de un champú económico y uno costoso? Formen equipos de acuerdo con sus intereses y elijan un tema para investigar y desarrollar.

Una vez que hayan acordado su pregunta, anótenla en la línea y en su cuaderno bajo el título "Pregunta de investigación"

Recuerden que ustedes pueden plantear otras preguntas que les interesen. La pregunta de investigación es el eje que guiará su trabajo posterior, pero para poder definir qué van a investigar, es necesario que planteen una hipótesis.

También deben definir el propósito de su investigación, dependiendo de si es posible aplicar los resultados en su casa, comunidad o escuela.

Ya que hayan seleccionado el tema del proyecto, hayan planteado su hipótesis y su propósito, deberán pensar cómo llevarán a cabo el proyecto. Para ello necesitan separarlo en varias actividades concretas.

#### Organización de las actividades

Lo primero que deben hacer, independientemente del proyecto que elijan, es enlistar cuáles actividades deberán llevar a cabo y decidir qué integrante del equipo tendrá la responsabilidad de cada una. Podrán dividir algunas partes del trabajo y otras tendrán que hacerlas y discutir las en equipo.

En el trabajo en equipo todos los integrantes deben participar para obtener un producto final de buena calidad. Es importante aprender a trabajar en equipo, porque así se aprovechan las fortalezas de cada integrante y unos aprenden de otros. Además, actualmente muchos



**5.19** Para trabajar en equipo exitosamente es importante escuchar las ideas de los demás y ser tolerante con las diferencias de opinión. Además, cada integrante debe cumplir las tareas encomendadas.



**5.20** Si es posible visiten una fábrica donde se elaboran productos cosméticos, así conocerán los procesos directamente. Pregúntenle a quien los guíe sus dudas y datos para presentar a sus compañeros.



**5.21** Si deciden elaborar un producto cosmético, pueden tomar fotos del proceso para presentarlas a sus compañeros.

empleos demandan que las personas trabajen en equipos de diferentes disciplinas (figura 5.19). Para trabajar armoniosamente en equipo, es importante establecer algunas reglas desde el inicio, tales como decidir qué papel desempeñará cada integrante y cuáles son sus responsabilidades, dónde buscarán la información, cómo se van a comunicar, cuándo se van a reunir y en dónde, cuáles son las fechas de entrega de las distintas partes del proyecto, entre otras.

Discutan entre ustedes qué reglas de trabajo en equipo les gustaría que se siguieran, así como cuáles actitudes deben tenerse cuando se trabaja en equipos, por ejemplo, flexibilidad, respeto hacia los demás, claridad en la comunicación, etcétera.

### Desarrollo

Una vez que han definido cómo trabajarán, empiecen a recopilar la información.

#### Búsqueda organización de la información

La información que deben buscar está en función de su pregunta de investigación. Por ejemplo, si decidieron investigar cómo se fabrica el jabón, pueden buscar videos en internet o, si tienen la posibilidad, visitar a alguien que haga jabones (figura 5.20), incluso de manera artesanal (para más información sobre fuentes de investigación, revisen la página 258; para saber cómo hacer una entrevista, revisen los proyectos que realizaron a lo largo del curso). Si van a investigar cuál es la función de los ingredientes de algún producto cosmético, la biblioteca o páginas de internet especializadas son los mejores sitios para conseguir información.

Si pensaron en fabricar ustedes mismos un producto cosmético, primero pueden investigar cómo se fabrica, dónde se consigue la materia prima para elaborarlo y cuáles son los pasos a seguir. Es muy importante que consideren las reglas básicas de seguridad e higiene en la elaboración de estos productos. Asimismo, deben considerar que sus productos sean amigables con el ambiente (figura 5.21).

Cuando se busca información, especialmente en bibliotecas o internet, es muy fácil terminar con muchos documentos distintos y una gran cantidad de información. Organícela de acuerdo con el aspecto que trate y recuerden que no deben utilizarla toda necesariamente. Para decidir cuál utilizar y cuál descartar, deben analizarla.

#### Análisis de la información

Siempre tengan en mente su pregunta de investigación, su hipótesis y su propósito cuando analicen la información que han encontrado. Por ejemplo, si su hipótesis fue que mientras más caro fuera el champú más ingredientes tendría, pueden revisar las listas de ingredientes que obtuvieron de diferentes marcas de champú y comprobar cuáles son iguales y cuáles no, así como determinar si la adición de estos ingredientes es lo que le carece el producto. Puede ser que parte de la información que recolectaron no sea relevante para contestar su pregunta, si es así, aunque sea muy interesante, descártenla. Así, al final obtendrán solamente la información relevante para elaborar su proyecto. (Pueden encontrar información sobre cómo hacer gráficas y tablas para analizar y presentar la información en proyectos anteriores).

#### Elaboración del producto

Como parte de su proyecto deben realizar un producto que puede ser, por ejemplo, un cosmético que ustedes elaboren y del cual expliquen cómo se elaboró, por qué se siguió

esa secuencia de pasos y cuál es la finalidad de los ingredientes empleados. Podrían incluso hacer una encuesta con sus familiares o compañeros sobre qué características del producto les gustaron más o menos.

Si decidieron hacer una investigación bibliográfica, pueden hacer un diagrama, por ejemplo de la fabricación del producto o de sus proporciones de distintos ingredientes, así como su función. Pueden elaborar otro tipo de productos, dependiendo de cuál es su investigación.

### Conclusiones

Cuando terminen el proyecto evalúen si cumplieron sus objetivos. ¿Lograron contestar su pregunta de investigación? ¿Su hipótesis fue acertada? ¿Cuáles fueron sus principales hallazgos? ¿Qué hicieron bien y qué podrían cambiar para futuras ocasiones? Es importante que den argumentos de por qué llegaron a cierta conclusión. Por ejemplo, si encontraron en su investigación que las cremas antiarrugas sí sirven, deberán decir cuáles de sus hallazgos apoyan esta afirmación.

Asimismo, deben reflexionar sobre la utilidad de haber respondido a esta pregunta. ¿Por qué fue importante su proyecto?

### Comunicación

Uno de los objetivos de realizar un proyecto como éste, es que más personas conozcan de qué se trata el tema (figura 5.22). Para ello, ustedes deberán diseñar una estrategia de difusión o comunicación. Dependiendo de su proyecto, decidan si explican cómo realizaron el proyecto o solamente los resultados y su aplicación. Por ejemplo, si decidieron investigar la función de los ingredientes de algún producto cosmético, difundan para qué sirven, pero si decidieron hacer un experimento para ver si la pasta dental blanquea los dientes, hagan un póster donde detallen cómo fueron sus experimentos, incluso con fotografías.



**5.22** Recuerden que deben utilizar un lenguaje sencillo y ameno, y presentaciones claras y llamativas para despertar el interés del público.

### Evaluación

#### Coevaluación

Analiza con tu equipo el trabajo realizado por todos y cada uno de ustedes durante este proyecto. Después, responde las preguntas.

- ¿Cómo se eligió el tema de investigación y el propósito del proyecto?, ¿qué aportó cada uno de los integrantes?
- ¿Cómo se obtuvo y analizó la información?
- ¿Cuál fue la forma de comunicarse e integrarse en equipo?

#### Autoevaluación y reflexiones sobre mi desempeño

Al terminar el proyecto es importante realizar de forma individual una evaluación del trabajo para reflexionar sobre lo que aprendiste. Para ello, plantéate preguntas como las siguientes.

- ¿Aporté ideas valiosas para el desarrollo del proyecto?, ¿cuáles?
- ¿Realicé una planeación adecuada del proyecto?, ¿cómo lo sé?
- ¿Qué actitud tuve ante los obstáculos que se presentaron? ¿Cómo los superé?
- ¿Trabajé en equipo durante el desarrollo de este proyecto?
- ¿Cómo puedo mejorar?

**Proyecto**  
Ahora tú explora,  
experimenta y actúa.  
Integración y aplicación



## Proyecto 5.5

**Diversidad**

### Proyecto: ¿Cuáles son las propiedades de algunos materiales que utilizaban las culturas mesoamericanas?

Llamamos Mesoamérica a la región comprendida desde el centro y sur de México hasta la parte norte de Centroamérica. Aquí florecieron culturas prehispánicas con características en común como el sedentarismo, el uso de ciertas herramientas para sembrar, el cultivo y nixtamalización del maíz, el juego de pelota y el sistema de escritura pictográfico, entre otros.

En la siguiente adaptación de un fragmento del libro *Del tequesquite al ADN* (Garritz, A., y J. A. Chamizo, Colección La Ciencia para Todos, Fondo de Cultura Económica, México, 1997) se nombran algunos de los materiales que utilizaron los pueblos mesoamericanos:

Los antiguos pobladores de la cuenca de México sabían de la existencia y el aprovechamiento de las sales alcalinas; en tiempo de secas, éstas formaban costras sobre el suelo, estas costras recibieron el nombre de tequixquiltl o tequesquite (figura 5.23).

El lago de Texcoco contiene alrededor de 60 g/L de sales (aproximadamente el doble que la del agua del mar), entre las que destacan el carbonato de sodio ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) y el cloruro de sodio ( $\text{NaCl}$ ). El comercio del tequesquite se hacía en Iztapalapa. La sal común era apreciada por los antiguos mexicanos. Entre otras sales conocieron también el alumbre, la mica, el yeso y la calcita, con las que fabricaron colorantes, recubrieron muros y labraron columnas. Respecto de las piedras preciosas, trabajaron la turquesa, el jade, el azabache, el ojo de gato, el rubí y el ámbar. Los dignatarios aztecas usaban, en forma exclusiva, piedras preciosas verdes de fluorita (fluoruro de calcio), mineral del que México sigue siendo primer productor mundial.

En Monte Albán, Oaxaca, se encontraron copas, orejeras y cuentas de cristal de roca (cuarzo). Un buen número de minerales, en especial los óxidos de hierro, el negro de humo y las arcillas mineralizadas, se utilizaban en la elaboración de colores para pintura. El barro y el adobe fueron materiales comunes para la edificación de las más antiguas construcciones de la cuenca de México (el cerro del Tepalcate y la pirámide de Cuicuilco).

Los aztecas obtenían una especie de cemento al mezclar la cal con una arcilla negra. Para construir armas emplearon el vidrio volcánico (obsidiana), y extraían diversas resinas (incluido el hule) que utilizaban como pegamento en la pintura y la medicina. Los aztecas producían varios tipos de tejidos; el más común era el henequén, fabricado con fibras de maguey, aunque la clase alta empleaba vestidos de algodón blanco. También hacían papel con la corteza del árbol amatl.

Este proyecto del bloque 5, "Química y tecnología", les permitirá adentrarse en el conocimiento de los materiales que se empleaban en Mesoamérica antes de la llegada de los españoles y podrán darse cuenta de cuáles materiales se siguen utilizando y si ha cambiado su uso. Con proyectos como éste, integrarán el aspecto científico (al estudiar las propiedades de los materiales), el tecnológico (al identificar sus usos y transformaciones) y el ciudadano (al reflexionar sobre el impacto de estos materiales



**5.23** La palabra tequesquite viene del náhuatl *teŕt*, piedra; *quixquiltl*, brotante, es decir, piedra que sale por sí sola. Se utiliza desde tiempos prehispánicos principalmente como sazónador de alimentos.

en el modo de vida). De esta forma, si deciden llevar a cabo este proyecto o uno similar, integren los tres aspectos para tener un panorama más completo del uso de los materiales y su influencia en la vida cotidiana.

Como ya estudiaron en su curso de Ciencias 1, México es un país megadiverso. Además de su riqueza biológica, de la que se obtiene una enorme variedad de materias primas, nuestro país también es rico en otros materiales, como distintos tipos de minerales, metales, piedras preciosas y semipreciosas, que se utilizan para elaborar una gran cantidad de productos, para fabricar herramientas y como materiales de construcción, entre otros usos. Los antiguos habitantes de México y de Mesoamérica en general, conocieron muy bien las propiedades de muchos de estos recursos y los aprovecharon para su beneficio.

A partir de esta información y la que puedan encontrar en otras fuentes, pueden contestar la siguiente pregunta.

¿Cuáles son las propiedades de algunos materiales que usaban las culturas mesoamericanas?

Mesoamérica abarca un área muy extensa y las culturas que habitaron en esta zona fueron numerosas (figura 5.24). Aunque éstas tienen varias características en común, cada cultura tenía una identidad propia y utilizó diversos materiales, que dependían de los recursos disponibles en la región. Como las propiedades de los materiales también varían, sus usos son distintos.

Como parte de este proyecto, pueden elegir diversos enfoques. Por ejemplo, podrían centrarse en una región específica de Mesoamérica e investigar varios de los materiales utilizados en ella. Otra opción es enfocarse en un tipo de materiales, por ejemplo, los metales, y ver cuáles de éstos se emplearon en diversas partes de Mesoamérica. Si quieren llevar a cabo un enfoque distinto, propónganlo también.

### Planeación del proyecto

Para planear el proyecto, primero deberán elegir el enfoque que quieren realizar. ¿Desean saber más sobre algún material en específico y su uso en Mesoamérica? ¿Quisieran saber sobre los diversos materiales que utilizaba alguna cultura, por ejemplo, los aztecas, los mayas o los olmecas? Una vez que hayan decidido el enfoque, deberán elegir el tema del proyecto.

### Elección del tema del proyecto

Con base en la información anterior, discutan entre ustedes cuáles son los materiales o las culturas que más les interesan y elijan sólo un tema del cual se derivará su pregunta de investigación. Elijan entre las preguntas que se plantean arriba o escriban una diferente.

### Mesoamérica



**5.24** Para comenzar el proyecto, pueden investigar cuáles culturas habitaron en Mesoamérica.

Cuando sepan de qué tratará, formulen una pregunta de investigación y anótenla en la línea y en su cuaderno bajo el título "Pregunta de investigación"

Esta pregunta de investigación guiará su proyecto y los ayudará a plantear una hipótesis. También deben definir el propósito de su investigación, dependiendo de si es posible aplicar los resultados en su casa, comunidad o escuela.

Una vez que han llevado a cabo estos pasos, es conveniente que se organicen para ver cuáles actividades deberán realizar para llevar su proyecto a buen término.

**Organización de las actividades**

Hagan una lista de todas las actividades que deben hacer y especifiquen el orden en que deberán llevarlas a cabo. Una vez que la hayan elaborado, designen a un responsable para cada actividad. De esta forma sabrán quién, cómo y cuándo entregará su parte.

Realicen un cronograma:

Actividad	Responsable	Fecha de entrega



5.25 El Templo de Kukulcán, en Chichén Itzá, fue construido con base en una técnica llamada estereotomía, la cual se fundamenta en usar figuras geométricas tridimensionales regulares. ¿Qué tipo de piedra se usaba en la construcción para tallarla en formas perfectas?

Cuando se realiza un trabajo en equipo, uno de los integrantes asumirá el papel de líder. Ser un líder no significa que es el único que decide qué es lo que se va a hacer, sino que debe coordinar, asignar tareas, llegar a acuerdos, resolver conflictos y mantener la motivación de todos los integrantes. Procuren que no siempre sea la misma persona el líder de todos los proyectos, ya que practicar el liderazgo les dará la oportunidad de desarrollar sus habilidades.

**Desarrollo**

La tabla con las diversas actividades les ayudará a definir cuál información deben buscar.

**Búsqueda y organización de la información**

Existen diversas fuentes donde encontrarán información para su proyecto. Revisen enciclopedias, internet, libros especializados, revistas, entre otros. Para este proyecto también necesitarán consultar mapas (sobre búsqueda de información en fuentes confiables, consulta la página 258).

Si decidieron investigar sobre los materiales que empleó una cultura antigua, indaguen en qué región se estableció, cuándo, cómo era su modo de vida, cuáles eran los principales productos que vendían, de qué manera los materiales que usaban afectaron cómo vivían y también las propiedades de los principales materiales que usaban (figura 5.25).

**Análisis de la información**

El uso de mapas y gráficos es sumamente útil para analizar la información recabada, ya que les permite observarla de forma ordenada y abreviada (busquen información acerca del uso de gráficas en la página 246). Cuando analicen la información, siempre verifiquen que ésta conteste su pregunta de investigación.

**Elaboración del producto**

La elaboración del producto depende de qué tipo de proyecto realizaron. Por ejemplo, si investigaron los materiales utilizados por diversas culturas mesoamericanas, construyan un mapa en el que muestren dónde se ubicaron dichas culturas, cuáles materiales investigaron y cuáles eran sus propiedades. Pueden conseguir un poco de dicho material y pegarlo en su mapa o presentarlo a sus compañeros, junto con una lista de sus propiedades y usos.

**Conclusiones**

Durante la fase de conclusiones deben verificar si se cumplió su hipótesis y cuáles fueron sus hallazgos. Es importante que reflexionen sobre lo que aprendieron, qué resultó bien en la elaboración de su proyecto y qué aspectos pueden mejorar para el futuro. Puede ser que piensen que ya terminaron la secundaria y con ella los proyectos, pero las habilidades que han desarrollado y otras más serán necesarias en su vida futura.

**Comunicación**

Siempre que se realiza una investigación, es importante dar a conocer los resultados a los demás. Pueden elegir un trabajo escrito, esquemas, maquetas o dibujos. Recuerden que para comunicar su trabajo primero deben reflexionar sobre la información que quieren mostrar al público. ¿Quiéren dar a conocer cómo llevaron a cabo la investigación? ¿Les interesa solamente comunicar los resultados que encontraron? Piensen en una estrategia efectiva para transmitir el mensaje que desean (figura 5.26).

**Evaluación**

**Coevaluación**

Analiza con tu equipo el trabajo realizado por todos y cada uno de ustedes durante este proyecto. Después, responde las preguntas.

- ¿Cómo se eligió el tema de investigación y el propósito del proyecto?, ¿qué aportó cada uno de los integrantes?
- ¿Cómo se obtuvo y analizó la información?
- ¿Cuál fue la forma de comunicarse e integrarse en equipo?

**Autoevaluación y reflexiones sobre mi desempeño**

Al terminar el proyecto es importante realizar de forma individual una evaluación del trabajo para reflexionar sobre lo que aprendiste. Para ello, plántate preguntas como las siguientes:

- ¿Aporté ideas valiosas para el desarrollo del proyecto?, ¿cuáles?
- ¿Realicé una planeación adecuada del proyecto?, ¿cómo lo sé?
- ¿Qué actitud tuve ante los obstáculos que se presentaron?, ¿cómo los superé?
- ¿Trabajé en equipo durante el desarrollo de este proyecto?
- ¿Cómo puedo mejorar?

**Te invito a...**

Leer el artículo de Anderson, Arthur J. O., "Materiales colorantes prehispánicos", en *Estudios de cultura náhuatl*, vol. 4, México, 1963, disponible en [www.edutics.mx/JmS](http://www.edutics.mx/JmS) (Consulta: 21 de enero de 2019).



5.26 Es importante ponerse de acuerdo en equipo sobre la estrategia a seguir, de manera que la opinión de todos los integrantes se vea reflejada.

**Proyecto**  
 Ahora tú explora,  
 experimenta y actúa.  
 Integración y aplicación



## Proyecto 5.6

**Diversidad**

### Te invito a...

Leer el libro de García, Horacio y Lena García, *La química en el arte*, México, SEP-ADN Editores, 2011 (Libros del Rincón).



**5.27** El mural de Bonampak, en Chiapas, fue realizado aproximadamente en el año 790. Aun ahora sus colores se conservan brillantes y atractivos.

### Proyecto: ¿Cuál es el uso de la química en diferentes expresiones artísticas?

Si se detienen a analizar por un minuto, descubrirán muchas interrelaciones, similitudes y coincidencias entre la química y el arte. Un caso muy interesante es la elaboración de pigmentos por los mayas.

Cuando los arqueólogos estudiaron las pinturas mayas se dieron cuenta de que en ellas existía una diversidad de tonalidades de azul y verde. Para analizar los colores utilizaron una técnica llamada colorimetría, que es un método físico para determinar el matiz, brillo y saturación de los colores. Los arqueólogos observaron que los mayas siempre empleaban el mismo azul o verde para representar distintos objetos; incluso en lugares alejados entre sí, las plumas de quetzal se encuentran representadas siempre exactamente con el mismo color. ¿Cómo lograron los mayas preparar con tal exactitud sus pigmentos? Ésta fue una pregunta que intrigó a los científicos, restauradores de arte y artistas (figura 5.27).

El azul maya se prepara mezclando arcilla (tomada de los cenotes sagrados) con índigo, una planta que se fermenta para extraer un colorante llamado añil, también conocido como índigo o morado. Dependiendo del lugar del que se extraiga, la composición química de la arcilla varía, por lo que puede presentar diversas tonalidades; por ejemplo, si tiene más hierro es color café claro, y si tiene mayor cantidad de calcio es más blanca. Los mayas utilizaban diferentes tipos de arcilla para crear distintas tonalidades de azul y verde. Cuando la arcilla se mezcla con el añil se forma una mezcla de color gris, que necesita calentarse para tornarse azul.

¿Qué fenómeno químico ocurre para esta transformación de color? A nivel microscópico las arcillas están formadas por pequeñas láminas capaces de almacenar agua y otras sustancias entre ellas. Cuando la arcilla se calienta en presencia de añil, el agua sale de entre las laminas y entra el colorante, lo que favorece una reacción química entre ambos cuyo producto es un compuesto de color azul. Una ventaja de estos colorantes es que son muy resistentes porque el compuesto azul forma parte de la arcilla; por eso han durado tantos años.

Los químicos descubrieron que los mayas controlaban también el tono del color variando la cantidad de añil y el tiempo y la temperatura de calentamiento. Por ejemplo, para obtener azul oscuro utilizaban mucho índigo y altas temperaturas, y para obtener el azul claro y el verde usaban poco índigo y lo preparaban a baja temperatura. Como ya se habrán dado cuenta, los mayas tenían un manejo excepcional de las técnicas de preparación de pigmentos y se puede deducir que eran buenos experimentadores, ya que variaron diversas condiciones para obtener pigmentos con características distintas; además, contaban con tecnología para calentar a temperatura elevada, como hornos donde también cocían la cerámica. Incluso después de la Conquista se siguieron empleando estos pigmentos con muy buenos resultados.

Como ven, el conocimiento de las sustancias y la experimentación fueron factores determinantes para que los artistas mayas plasmaran esas imágenes.

El anterior es sólo un ejemplo de la gran diversidad de relaciones entre la química y el arte. Un ejemplo que podrían investigar es ¿qué hace que los fuegos artificiales tengan

esos colores tan hermosos (figura 5.28)? ¿De qué están hechos los pigmentos de los lápices de colores que utilizan? ¿Qué son las piedras preciosas utilizadas en joyería? ¿Los químicos tienen que ser creativos e imaginativos como los artistas? ¿Por qué? ¿Cuáles son los métodos de conservación de las obras de arte? ¿Qué papel juegan los químicos en la conservación?

¿Se han fijado que cuando llevan a cabo un proyecto utilizan conocimientos de otras asignaturas? Por ejemplo, utilizan lo que aprendieron en Español (ortografía, cómo redactar distintos tipos de documentos, etcétera), Matemáticas (para hacer cálculos, gráficas, tablas), Ciencias Sociales (para analizar el contexto histórico o económico de cierta situación, por ejemplo), Biología (como cuando estudian los efectos de alguna sustancia en un ecosistema), o Física (al determinar las propiedades de algún sistema). Este proyecto del bloque 5, "Química y tecnología", no es la excepción. Al realizar este proyecto explorarán la relación que tiene la química con un área muy interesante: el arte. ¿Alguna vez se habían preguntado cómo se relacionan estas dos áreas?

A partir de la información anterior y otra que puedes encontrar en diversas fuentes, puedes contestar la pregunta siguiente:

*¿Cuál es el uso de la química en diferentes expresiones artísticas?*

Probablemente, después de leer la introducción del proyecto se les han ocurrido algunas ideas sobre las relaciones entre la química y el arte. Ahora tendrás la oportunidad de explorarlas. Recuerden que ustedes pueden plantear sus propias preguntas para realizar su proyecto.

### Planeación del proyecto

El primer paso en la elaboración de un proyecto siempre es planearlo. De esta manera, tendrán un objetivo y un camino claro a seguir para llegar al resultado deseado. El primer paso de la planeación es elegir qué proyecto quieren realizar.

### Elección del tema del proyecto

Hay diversas maneras en las que la química se relaciona con el arte. Por ejemplo, en la elaboración de fuegos artificiales, pigmentos para lápices de colores y pinturas, disolventes, metales para esculturas, acabados de dichas esculturas (¿se han fijado que algunas son verdes, otras brillantes o mates, y en algunas el metal está oxidado?). Además está el papel de la química en la conservación de obras de arte, entre varios otros temas.

Como el proyecto es un trabajo en equipo, deberán llegar a acuerdos sobre el tema que quieren trabajar. Algunas veces es muy fácil llegar a acuerdos porque todos quieren lo mismo. Sin embargo, en otras ocasiones deberán discutir y negociar para elegir un tema con el que la mayoría esté de acuerdo.

Para elegir mejor consideren a) la información disponible de cada tema; b) los intereses de cada miembro del equipo; c) los pros y contras de cada proyecto que han sugerido y d) las áreas de acuerdo y de desacuerdo. Una vez que han analizado las opciones, decidan cuál es el proyecto que más les interesa desarrollar.



**5.28** En los fuegos pirotécnicos se logran distintos efectos y colores dependiendo de las sustancias agregadas a la pólvora que se quema.

Cuando hayan elegido el tema, formulen una pregunta de investigación y anótenla en la línea y en su cuaderno bajo el título "Pregunta de investigación"

Deben tener presente la pregunta de investigación a lo largo de todo el proyecto, les será útil para plantear su hipótesis (recuerden cómo plantear una hipótesis revisando los proyectos anteriores).

También deben definir el propósito de su investigación, dependiendo de si es posible aplicar los resultados en su casa, comunidad o escuela. Ya que tienen un tema, una hipótesis y un propósito, deben ver qué actividades deben realizar para cumplir con el objetivo de su proyecto. También deberán asignar a algún responsable para cada actividad.

### Organización de las actividades

Las actividades que realicen serán de acuerdo con el tema que elijan. Piensen cuáles pasos los llevarán a concluir su proyecto. ¿Irán a alguna galería o museo a ver obras de arte y las técnicas con las que están hechas, así como los métodos de conservación de éstas? ¿Entrevistarán a algún artista o a un químico? ¿Harán una revisión bibliográfica? Consideren éstas y otras preguntas para elaborar una lista de actividades. Asimismo, deberán asignar a un responsable de dicha actividad y establecer para cuándo debe terminarla. Hagan un cronograma.

### Desarrollo

Dentro de las actividades seguramente alguna involucrará recopilar información, ya sea bibliográfica, de entrevistas, recortes, etcétera. Para continuar con su proyecto deben organizarla.

### Búsqueda y organización de la información

¿En dónde pueden buscar información sobre arte? Pueden acudir a museos, galerías, a especialistas o a literatura sobre arte. Como ya tienen una pregunta que guía su proyecto, podrán decidir cuál es la mejor fuente. Por ejemplo, si decidieron ver cómo influye la química en la conservación de obras de arte, pueden consultar a un restaurador, que son los encargados de conservar y restaurar pinturas, esculturas, edificios, etcétera (figura 5.29).

Por otro lado, si decidieron por ejemplo ver cuáles tipos de pintura utilizan los artistas, pueden ir a una tienda de arte y elaborar una lista de todos los diferentes tipos de pigmentos y pinturas e investigar las propiedades y usos de cada uno de ellos. (Consulten las fuentes de información en la página 258).

### Análisis de la información

Cuando recopilan la información no pueden presentarla tal y como la obtuvieron. Necesitan analizarla y procesarla. Para hacer esto tengan en cuenta su hipótesis y su pregunta de investigación. Descarten la información que no sea relevante para el tema.



5.29 Para construir esculturas se usan diversos metales y aleaciones de metales. Dependiendo del metal usado, el conocimiento de la química es útil para elegir el tratamiento de la superficie de la escultura que ofrezca distintos efectos de acabado, y que también reduzca al mínimo la corrosión.

### Elaboración del producto

Es esencial que para finalizar el proyecto elaboren un producto, ya que es la forma de presentar su trabajo a los demás. Los proyectos les brindan muchas oportunidades de expresar su creatividad en la elaboración del producto. Quizás investigaron sobre los diversos pigmentos que utilizan los pintores, ¿por qué no hacer una pintura utilizando varios de ellos y resaltando sus usos y propiedades? O busquen cómo se restauró alguna obra de arte y hagan un folleto que lo explique.

### Conclusiones

En las conclusiones deben analizar si se cumplió su hipótesis y cuáles fueron sus hallazgos más importantes, así como su influencia en la sociedad.

### Comunicación

Después de tanto trabajo de elección del tema y propósito del proyecto, de la búsqueda y organización de información y de la elaboración del producto y las conclusiones, están listos para dar a conocer su investigación a los demás. Elijan si quieren dar a conocer toda la elaboración de proyecto o únicamente sus resultados y conclusiones. Comuníqueno al resto del grupo, a la comunidad escolar o a su familia, para que el público comprenda su investigación y lo que concluyen. Siempre tengan en mente a qué tipo de público se dirigirán para seleccionar la forma más adecuada de transmitir el mensaje (figura 5.30).



5.30 Los carteles y las cápsulas de audio permiten divulgar el resultado de sus proyectos. De manera visual, en lugares muy transitados; y auditiva, a través de podcasts y programas de radio.

### Evaluación

#### Coevaluación

Analiza con tu equipo el trabajo realizado por todos y cada uno de ustedes durante este proyecto. Después, responde las preguntas.

- ¿Cómo se eligió el tema de investigación y el propósito del proyecto?, ¿qué aportó cada uno de los integrantes?
- ¿Cómo se obtuvo y analizó la información?
- ¿Cuál fue la forma de comunicarse e integrarse en equipo?

#### Autoevaluación y reflexiones sobre mi desempeño

Al terminar el proyecto es importante realizar de forma individual una evaluación del trabajo para reflexionar sobre lo que aprendiste. Para ello, plantéate preguntas como las siguientes.

- ¿Aporté ideas valiosas para el desarrollo del proyecto?, ¿cuáles?
- ¿Realicé una planeación adecuada del proyecto?, ¿cómo lo sé?
- ¿Qué actitud tuve ante los obstáculos que se presentaron?, ¿cómo los superé?
- ¿Trabajé en equipo durante el desarrollo de este proyecto?
- ¿Cómo puedo mejorar?

#### Te invito a...

Leer el libro de Nilsen, Anna, *Defective de fraudes artísticos*, México, SEP- Correo del maestro- Ediciones La vasija-Uribe y Ferrari Editores, 2003 (Libros del Rincón).

**Proyecto**  
Ahora tú explora,  
experimenta y actúa.  
Integración y aplicación



## Proyecto 5.7

Sostenibilidad

### Proyecto: ¿Puedo dejar de utilizar los derivados del petróleo y sustituirlos por otros compuestos?

El petróleo es una mezcla de diversos compuestos orgánicos, llamados hidrocarburos, que contienen principalmente carbono e hidrógeno. El petróleo se formó por la transformación química de materia orgánica derivada de restos de plantas y microorganismos depositados en el suelo que se fueron cubriendo de sedimentos durante millones de años.

Debido al largo tiempo y las condiciones de presión y temperatura que se requieren para que se forme el petróleo se considera que éste es no renovable, es decir, es limitado y se va a acabar en el futuro.

Uno de los usos más famosos del petróleo es la fabricación de combustibles como la gasolina, pero en realidad los derivados del petróleo se utilizan en la fabricación de muchos objetos que empleamos en nuestra vida cotidiana. Por ejemplo, se utiliza en la industria para la fabricación de plásticos, materiales aislantes, fibra óptica y aceites lubricantes. También se emplea en la fabricación de telas de fibras sintéticas como el nailon, en productos de limpieza, insecticidas, herbicidas y fertilizantes. En la medicina se emplea para la fabricación de prótesis, implantes, lentes y pomadas, entre otros. Otros usos son en la producción de alfombras, cerillos, raquetas de tenis, bolígrafos, etcétera.

El uso de los derivados del petróleo está muy extendido. ¿Se habían preguntado cuáles de los objetos que utilizan todos los días tienen algún compuesto extraído del petróleo? (figura 5.31)

Debido a que el petróleo es un recurso no renovable y a su gran variedad de aplicaciones en nuestra vida cotidiana, es tiempo de empezar a preguntarnos, ¿cómo podemos sustituir estas sustancias que provienen del petróleo por otras que tengan las propiedades que necesitamos?

Algunos proyectos les permiten explorar la química de los objetos que utilizan cotidianamente (como los cosméticos, en el proyecto 5.4 de este bloque, "Química y tecnología"). Este proyecto trata de que conozcan de qué están hechos algunos objetos que utilizan y cuáles son sus propiedades, especialmente los que son derivados del petróleo, pero además deberán proponer alternativas de materiales para sustituirlos.

En este proyecto se integran tanto la ciencia, como la tecnología y la sociedad. Primero, porque conocerán las propiedades de varias sustancias derivadas del petróleo (la parte científica), luego, cómo se fabrican o cuáles son sus aplicaciones (la parte tecnológica) y finalmente, cómo impacta el mayor o menor uso de sustancias derivadas del petróleo a la sociedad.

Recuerden que se sugieren varios caminos o preguntas en este proyecto, y que ustedes decidirán cuál es la que más les interesa o plantearán una distinta.



5.31 Los objetos de uso cotidiano derivados del petróleo son muy diversos.

Este es el reto que deberán plantearse si deciden abordar este proyecto.

¿Puedo dejar de utilizar los derivados del petróleo y sustituirlos por otros compuestos?

Como existen tantos productos derivados del petróleo y diversas alternativas –más o menos viables– a su consumo, deberán elegir alguno que les interese.

Por ejemplo, investiguen sobre el reciclaje de plásticos. Actualmente se están comenzando a fabricar plásticos que no provienen de derivados del petróleo, sino de algunas plantas, como maíz, trigo y soya (revisen la secuencia 1). Podrían investigar cuáles son sus usos ahora, sus ventajas y sus desventajas comparados con los plásticos convencionales y sus propiedades. Otros plásticos de este tipo utilizan pulpa de madera mezclada con cáñamo o diversas fibras y aditivos como cera, creando materiales muy resistentes y no tóxicos. Incluso se están tratando de fabricar plásticos con plumas de pollo! Otra opción que pueden considerar para su proyecto son materiales alternativos para la construcción, como los llamados compuestos de madera y plástico, que emplean plásticos reciclados combinados con desechos de madera para construir casas o fabricar muebles. (figura 5.32)

Además de estas soluciones innovadoras para sustituir el uso de derivados del petróleo, también pueden realizar su proyecto sobre una serie de acciones que cada persona puede hacer en su hogar para reducir su consumo de derivados del petróleo. Ejemplos de estas acciones son el uso de recipientes de vidrio para almacenar en lugar de recipientes de plástico, el uso de bolsas de tela para cargar los productos del supermercado, el uso de pañales de tela en lugar de desechables, entre otras que ustedes pueden investigar.

Recuerden que pueden plantear otras preguntas con la ayuda de su profesor y planear un proyecto para responderlas.

### Planeación del proyecto

Un proyecto de este tipo involucra el desarrollo de varias actividades. Para distinguir cuáles actividades son esenciales, cuándo deben realizar cada una de ellas y quién debe realizarlas, lo ideal es llevar a cabo una planeación detallada del proyecto.

### Elección del tema del proyecto

Hay muchas acciones que se pueden emprender para disminuir nuestro consumo de derivados del petróleo, buscando diversas alternativas. Pueden elegir alguna de las planteadas en la introducción o investigar otra que les interese. Decidan entre todos los integrantes del equipo cuál será la pregunta que contestarán con su proyecto. Seleccionen una de las que se plantearon arriba o escriban otra que les interese más.

### Te invito a...

leer el artículo de Guerrero, Verónica, "Fracking. Beneficios fugaces... ¿daños permanentes?", en *¿Cómo ves? México*, mayo de 2016, No. 198, p. 10, para conocer más sobre los nuevos métodos de extracción de petróleo. Disponible en [www.edufiles.mx/UmT](http://www.edufiles.mx/UmT) (Consulta: 21 de enero de 2019).



5.32 Actualmente existen muchos proyectos de reciclado de plástico para la fabricación de materiales de construcción.

Anoten la pregunta en la línea y en su cuaderno de trabajo bajo el título "Pregunta de investigación"

Cuando hayan elegido su pregunta de investigación, planteen una *hipótesis* (para saber más sobre como plantear hipótesis, revisen cualquier proyecto que hayan realizado) y anótenla en su cuaderno.

Posteriormente piensen en las aplicaciones de su proyecto en su casa, escuela o comunidad y definan cuál es el propósito del proyecto. Una vez elegida la pregunta, hipótesis y propósito de su investigación, es tiempo de definir y organizar cuáles actividades deben llevar a cabo para concluirlo exitosamente.

**Organización de las actividades**

Lo primero que deben hacer es enlistar todas las actividades a realizar y definir quién las va a llevar a cabo y cuándo. Realicen su *cronograma*.

**Desarrollo**

Es tiempo de iniciar las actividades planeadas, primero tendrán que buscar información.

**Búsqueda y organización de la información**

Busquen información en la biblioteca de su escuela o comunidad, en periódicos, revistas o internet (para más información sobre fuentes de información confiables, consulten la página 258). En algunos casos pueden realizar entrevistas.

Una entrevista es una conversación entre dos o más personas en la que el entrevistador (ustedes en este caso) hace preguntas a los entrevistados con el fin de obtener respuestas sobre el tema que le interesa. Es una forma personal de obtener información y es importante que recuerden que las respuestas representan el punto de vista del entrevistado. En una entrevista es muy importante escuchar las respuestas del entrevistado (pueden grabarlas), para que puedan plantear preguntas de seguimiento o para aclarar algo que no haya quedado claro. Hay varias maneras de hacer una entrevista, una es libre, es decir, el entrevistador inicia con una pregunta y de allí se le van ocurriendo nuevas preguntas de acuerdo con la respuesta del entrevistado. Otro tipo de entrevistas tiene cierta estructura, es decir, el entrevistador planea una serie de preguntas pero puede hacer preguntas para sondear o profundizar en las respuestas que está dando el entrevistado. En este caso, si deciden entrevistar a algún experto, es importante que se preparen de antemano, leyendo sobre el tema y que planteen con anterioridad las preguntas que quisieran que les respondiera.

Otra opción para obtener información es por medio de encuestas, por ejemplo, si decidieran saber qué opina el público en general sobre el uso de bolsas de tela en lugar de bolsas de plástico para cargar los productos del supermercado. Una encuesta es un estudio de lo que piensa la gente sobre cierto tema, no requiere entrevistar a fondo, sólo realizar preguntas en la que las personas tengan que elegir una de varias opciones (figura 5.33) (por ejemplo, ¿usted utiliza bolsas de tela o de plástico?) o qué tan de acuerdo están con alguna frase (por ejemplo, ¿qué tan de acuerdo están en que los supermercados dejen de dar



5.33 Cuando aborden a la gente para encuestarla, explíquenle quiénes son ustedes y cuál es el propósito de su encuesta.

bolsas de plástico? Muy de acuerdo; de acuerdo; en desacuerdo; muy en desacuerdo). Pueden planear una serie corta de preguntas y aplicar la encuesta a un grupo de personas (en este caso, podrían ir a la salida de un supermercado a realizarla, para asegurar que las personas que respondan acudan al supermercado regularmente).

**Análisis de la información**

Dependiendo del método que hayan decidido para obtener la información, deberán aplicar diferentes tipos de análisis. Por ejemplo, si decidieron hacer una entrevista, pueden ver cuáles son los puntos más importantes de lo que respondió el entrevistado y cuál es su opinión con respecto al tema. En el caso de las encuestas, es útil graficar los resultados para presentar la información con mayor claridad.

**Elaboración del producto**

Como parte de su proyecto deben realizar un producto. Por ejemplo, podrían presentar un folleto con la información de cómo sustituir algunos derivados del petróleo por otras sustancias, o incluir también los resultados de su encuesta.

**Conclusiones**

Una vez que analizaron su información es tiempo de concluir, para ello háganse las preguntas: ¿contestamos la pregunta de investigación? ¿Se cumplió nuestra hipótesis? ¿Se cumplieron los objetivos y propósitos del proyecto? ¿Cómo podemos mejorar nuestro trabajo?

**Comunicación**

Presenten sus resultados, ya sea al resto de su grupo, escuela o comunidad. Decidan cuál es la mejor manera de presentar lo que obtuvieron dependiendo del tipo de información que recopilaron (figura 5.34).

**Evaluación**

**Coevaluación**

Analiza con tu equipo el trabajo realizado por todos y cada uno de ustedes durante este proyecto. Después, responde las preguntas.

- ¿Cómo se eligió el tema de investigación y el propósito del proyecto?, ¿qué aportó cada uno de los integrantes?
- ¿Cómo se obtuvo y analizó la información?
- ¿Cuál fue la forma de comunicarse e integrarse en equipo?

**Autoevaluación y reflexiones sobre mi desempeño**

Al terminar el proyecto es importante realizar de forma *individual* una evaluación del trabajo para reflexionar sobre lo que aprendiste. Para ello, plantéate preguntas como las siguientes.

- ¿Aporté ideas valiosas para el desarrollo del proyecto?, ¿cuáles?
- ¿Realicé una planeación adecuada del proyecto?, ¿cómo lo sé?
- ¿Qué actitud tuve ante los obstáculos que se presentaron?, ¿cómo los superé?
- ¿Trabajé en equipo durante el desarrollo de este proyecto?
- ¿Cómo puedo mejorar?



5.34 Inviten a su público a opinar sobre aspectos polémicos de su tema. Elaboren preguntas para iniciar un debate.

## Anexo

### Cómo buscar de manera eficiente información fidedigna en internet

Durante este curso, como en los anteriores, llevarás a cabo varias investigaciones para realizar tus tareas, tus trabajos y para llevar a cabo tus proyectos. Algunas fuentes son los libros y las revistas de divulgación científica que se encuentran en la biblioteca pública de tu localidad o en la biblioteca de tu escuela. Revisa las fechas de publicación, conviene usar material que no exceda los cinco años de antigüedad, para que te asegures de que manejas información actual. Otros lugares donde encontrar material de consulta son las bibliotecas y los recursos documentales de algunas instituciones de gobierno.

También puedes investigar en internet. Para evitar búsquedas “a ciegas”, ya que existe en la red tanto información seria como información pseudocientífica, es decir falsa o de charlatanes, te sugerimos lo siguiente:

**Verifica que la página que consultas tenga un autor con nombre y apellido e institución a la que pertenece, si es el caso.** En general, las personas no arriesgan su nombre. Si alguien firma un documento con su nombre, hay más seguridad de que tenga conocimiento del tema. Además, puedes utilizar ese nombre para consultar otras de sus publicaciones e identificar su trayectoria y qué tipo de ideología domina en sus publicaciones o si es objetivo.

**En lo posible cuando se trate de datos, busca aquellos de sitios .gob o si se trata de temas de educación, sitios .edu.** En general, el gobierno busca mantener informada a la población con datos que se obtienen por medio de censos, investigaciones, debates, etcétera y procura que esta información esté lo más apegada a la realidad, por ejemplo, fuentes como: el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), la Secretaría de Salud (SSA). Los sitios .edu corresponden a instituciones educativas que difunden conocimiento fidedigno y actualizado, debido a que va en juego su prestigio.

**Asegúrate de que los documentos que consultas tengan referencias.** Un aspecto importante del conocimiento es que éste no surge “de la nada”, sino que está sustentado en trabajos anteriores, por lo cual puede corroborarse o demostrar que es la base de una investigación.

**Identifica que el documento o el sitio muestren la fecha de publicación.** Si es posible conocer cuándo se publicó un documento, sabremos qué tan actual es la información. Recuerda que el conocimiento científico está en constante cambio.

**La búsqueda de información.** Hacer una búsqueda sin ninguna idea puede ser costoso y frustrante. Planea tu búsqueda identificando palabras clave o palabras guía. A veces, estarás tentado a preguntar, por ejemplo: ¿cómo influyen las reacciones de neutralización en la formación del suelo?, cuando tal vez sea más fácil recurrir a: suelo+neutralización+formación.

Puedes delimitar tus resultados utilizando datos sobre la región. Incluir en la búsqueda, por ejemplo, .mx, te mostrará, en su mayoría, sitios mexicanos.

Desde hace algún tiempo, mucha gente aficionada publica temas sobre ciencia, a veces

tendenciosos, inciertos o con desinformación, en blogs o Facebook, por eso es mejor evitar los blogs o redes sociales. Lo mismo sucede con sitios “que te ahorran trabajo” como los de monografías, respuestas o tareas. Aunque en algunas ocasiones tienen buenas publicaciones, en otras pueden resultar limitadas o ser francamente equivocadas o tendenciosas.

¿Vale la pena usar Wikipedia? Tanto como usar una enciclopedia de papel. Es un buen referente para ubicar de manera rápida la información general del tema. Wikipedia se construye con aportaciones de cualquier persona que se sienta con autoridad sobre el tema, lo que no garantiza que todo lo que publica sea confiable. Sin embargo, sí da una primera información para continuar la búsqueda en otras fuentes más confiables, por ejemplo, presenta al final del artículo referencias para profundizar en el tema.



Analiza y resume la información que obtengas, puedes usar organizadores gráficos para ello. No dejes tu investigación para el último día, es posible que tengas que buscar algo más después de procesar lo que hayas obtenido.

**Otras recomendaciones.** En el libro te proponemos visitar algunos sitios de internet, también puedes consultar revistas electrónicas como: *Eureka*, *Educación química*, *¿Cómo ves?* o las bibliotecas digitales como la del Instituto Latinoamericano de la Comunicación Educativa (ILCE) que tiene publicados libros completos de académicos de reconocido prestigio y de diferentes instituciones. Te aconsejamos hacer un directorio de sitios de confianza. Puedes utilizar una tabla en la que indiques: el título del sitio y su dirección electrónica (la que aparece en la barra de tu navegador), así como una descripción breve de los contenidos. Te será de gran ayuda cuando busques otros datos.

Por último, ningún recurso en papel, en disco compacto, DVD o en internet será valioso, si no sabes interpretarlo. Acude a tus maestros, coméntales lo que encuentres y ellos te podrán guiar y aclarar dudas al respecto.

### Nomenclatura química de óxidos, hidróxidos, ácidos y sales

Recordarás que en el bloque 2, en la secuencia 9, hablamos del Congreso de Karlsruhe, celebrado en Alemania en 1860. Uno de los temas fue buscar un acuerdo para nombrar las sustancias. Después del congreso, se creó la IUPAC (en español, Unión Internacional de Química Pura y Aplicada, UIQPA) para generar acuerdos que permitan nombrar las sustancias.

Han existido varios sistemas de nomenclatura del Congreso de Karlsruhe, por ejemplo: el de Ginebra que usa las terminaciones *oso* o *ico*. *Stock* que tiene como referente el número de oxidación del catión. Y la sistemática o estequiométrica en la que los nombres de los compuestos están referidos a la cantidad de átomos presentes en la fórmula.

En este libro hemos presentado los nombres de las sustancias usando la nomenclatura stock. Para este fin es necesario que sepas lo siguiente: dependiendo de su fórmula, podemos reconocer a las sustancias en las siguientes familias químicas. Observa la tabla.

Nomenclatura para algunas familias químicas	
<p><b>Óxidos:</b> son compuestos binarios (tienen únicamente dos elementos) donde uno de ellos es el oxígeno, por ejemplo FeO. Su nombre se lee como óxido de hierro.</p>	<p><b>Hidróxidos:</b> son compuestos ternarios (tienen tres elementos, donde dos de ellos forman el radical OH o hidroxilo), por ejemplo Ca(OH)<sub>2</sub>. Su nombre se lee como hidróxido de calcio.</p>
<p><b>Ácidos:</b> en general son compuestos binarios (si se trata de hidrácidos, como el HCl o el H<sub>2</sub>S) y su nombre se construye indicando que es un ácido con la raíz del no metal, y terminado en <i>hídrico</i> o ternarios (si además tienen oxígeno como el HNO<sub>3</sub> o el H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), en este caso el nombre se construye indicando que es un ácido y cambiando la terminación del anión "ato" por "ico" o "ito" por "oso".</p>	<p><b>Sales:</b> son compuestos que pueden ser binarios (por ejemplo un metal y un no metal como en el NaCl, o el CaCl<sub>2</sub>) o ternarios como en el NaNO<sub>3</sub> o el Ca<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>.</p>

El nombre de un compuesto se construye diciendo primero la parte no metálica o aniónica (con carga negativa) seguido de la palabra "de" y terminando con la parte metálica o catiónica (con carga positiva). En caso de que la parte catiónica tenga más de un número de oxidación (por ejemplo los elementos del bloque d, hacia el centro de la tabla periódica), se pone en número romano el número de oxidación presente en el compuesto.

Por ejemplo, el hierro puede formar dos óxidos, el FeO (se lee óxido de hierro II) o el Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (se lee óxido de hierro III), en cada caso el II y el III indican que el hierro se encuentra como Fe<sup>2+</sup> en el primero, y como Fe<sup>3+</sup> en el segundo.

En la siguiente tabla se indican algunos iones:

Algunos iones (cationes y aniones)			
Catión	Nombre	Anión	Nombre
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Amonio	H <sup>-</sup>	Hidruro
Na <sup>+</sup>	Sodio	O <sup>2-</sup>	Peróxido
K <sup>+</sup>	Potasio	F <sup>-</sup>	Fluoruro
Ca <sup>2+</sup>	Calcio	Cl <sub>2</sub> <sup>-</sup>	Cloruro
Ba <sup>2+</sup>	Bario	Br <sup>-</sup>	Bromuro
Mg <sup>2+</sup>	Magnesio	I <sup>-</sup>	Ioduro o yoduro
Al <sup>3+</sup>	Aluminio	ClO <sup>-</sup>	Hipoclorito
Cu <sup>+</sup>	Cobre (I)	ClO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	Clorito
Cu <sup>2+</sup>	Cobre (II)	ClO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Clorato
Fe <sup>2+</sup>	Hierro (II)	ClO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	Perclorato
Fe <sup>3+</sup>	Hierro (III)	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	Carbonato
Hg <sup>+</sup>	Mercurio (I)	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Carbonato ácido o bicarbonato
Hg <sup>2+</sup>	Mercurio (II)	SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	Sulfito

Algunos iones (cationes y aniones)			
Catión	Nombre	Anión	Nombre
Pb <sup>2+</sup>	Plomo (II)	H SO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Sulfito ácido o bisulfito
Pb <sup>4+</sup>	Plomo (IV)	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Sulfato
Sn <sup>2+</sup>	Estaño (II)	H SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	Sulfato ácido o bisulfato
Sn <sup>4+</sup>	Estaño (IV)	PO <sub>3</sub> <sup>3-</sup>	Fosfito
Zn <sup>2+</sup>	Zinc	HPO <sub>2</sub> <sup>2-</sup>	Fosfito monoácido
Ag <sup>+</sup>	Plata	H <sub>2</sub> PO <sub>3</sub> <sup>3-</sup>	Fosfito diácido
Au <sup>+</sup>	Oro (I)	PO <sub>3</sub> <sup>3-</sup>	Fosfato
Au <sup>3+</sup>	Oro (III)	H PO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	Fosfato monoácido
Cr <sup>3+</sup>	Cromo (III)	H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Fosfato diácido
Cr <sup>6+</sup>	Cromo (VI)	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	Nitrito
		NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Nitrato



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

### Prevención de riesgos: seguridad en el laboratorio

Durante tus cursos de ciencias has desarrollado actividades experimentales, por lo que ya tienes una idea de cómo evitar riesgos. Sin embargo, te pedimos tomar en cuenta:

**No juegues.** Sabemos que muchas cosas te divierten: correr tras tus compañeros, medir fuerzas, empujar o jalar, etcétera, lo que es normal y sano en el lugar apropiado, pero durante los experimentos es importante trabajar con calma y con cuidado debido a las características de los materiales que usamos.

**Evita arrojar materiales o sustancias a tus compañeros, o derramarlos donde se sientan,** puedes causarles daños muy serios.

**No comas.** No comas ni bebas mientras haces actividad experimental. Al terminar lávate las manos con agua y jabón; si comes con las manos sucias puedes ingerir sustancias peligrosas.

**Protégete adecuadamente.** Las actividades son poco riesgosas, sin embargo usa siempre una bata, guantes de látex y lentes de seguridad. Es mejor que se manche lo que te protege a que te lastimes.

**Pregunta o investiga.** Con anterioridad al desarrollo de una actividad experimental pregunta o investiga los efectos al ingerir, oler o tocar una sustancia. Recurre a tu maestro o busca en



internet: "hojas de seguridad", en estos documentos hay información de las propiedades de las sustancias, cómo protegerte y cómo disminuir el riesgo si te has expuesto.

**Nunca pruebes, toques o inhales directamente ningún material o sustancia.** Pueden ser peligrosas, por ejemplo, ser tóxicas, oxidantes o corrosivas. Siempre lee la etiqueta de las sustancias antes de abrirlas y usarlas, puedes encontrar símbolos de seguridad como los siguientes:



Corrosivo



Tóxico



Explosivo



Inflamable

**Lee antes de hacer.** Una cuidadosa lectura de las actividades experimentales es imprescindible para evitar experiencias desagradables. Además, leer atentamente te ayudará a tener éxito en tus experimentos, si alguna parte no está clara, pregunta a tu profesor antes de efectuar un experimento.

**Haz equipo.** La ciencia es una actividad social, por eso es conveniente trabajar como equipo, es decir: que todos participen, manipulen, etcétera. Además, en caso de un imprevisto, siempre habrá quien te apoye y dé alerta al profesor.

**No uses sustitutos.** Las actividades están pensadas para correr el menor riesgo posible y proteger el ambiente. Si quieres experimentar con otros materiales o sustancias, debes conocer sus características o propiedades, de lo contrario **no los uses**, la imprudencia no es una opción.

**Mantén limpio y ordenado el espacio donde realices experimentos.** No amontones cosas ni las desordenes. Si abres un recipiente, tápalo inmediatamente, así evitas riesgos y que la sustancia se contamine.

**Pero si a pesar de todo lo anterior sucede que:**

**...te caen sustancias en los ojos.** Pide ayuda a un compañero, lávatelos de manera continua con agua limpia por al menos 15 minutos a chorro suave, puedes usar una botella de agua purificada. Mantén los párpados abiertos, ayúdate con los dedos limpios para abrirlos. Acude inmediatamente al médico y dile con qué sustancias o materiales tuviste contacto.

**...se te caen sustancias en la ropa o en la piel.** Retira la ropa inmediatamente, si hubo contacto con tu piel, lava con abundante agua y jabón por al menos 10 minutos, en caso de irritación acude de inmediato al médico y dile con qué sustancias tuviste contacto.



**...por desgracia ingeriste alguna sustancia.** Si estás seguro que es un álcali o base, no provoques vómito, es conveniente que comas dos claras de huevo. Si se trata de un ácido, no provoques vómito, toma un vaso de leche o bicarbonato de sodio disuelto en agua. Avisa de inmediato al maestro para que acudan al médico y díganle qué sustancia ingeriste. Si se ingiere alcohol, provoca el vómito.

### Cuidado del ambiente

Durante el desarrollo de los experimentos se generan residuos, para desecharlos observa las recomendaciones siguientes:

**Reúsa tu material.** Si utilizas materiales desechables lávalos y guárdalos para usarlos nuevamente. Así no generas más basura.

Utiliza lo aprendido, puedes decantar o filtrar. Deposita los sólidos en los recipientes de residuos inorgánicos.

**Nunca tires líquidos ácidos o básicos al drenaje.** Utiliza un indicador (jugo de col) para identificar el pH de las sustancias. Puedes neutralizar con ácido como el vinagre o bases como el bicarbonato de sodio.

**Si usas aceites o grasas.** Recógelas con papel y deposítalos en los recipientes para los residuos inorgánicos (estos residuos pueden quemarse en incineradores municipales).

Revisa la siguiente tabla de recomendaciones para el manejo de algunos residuos.



Nunca deseches un material sin la orientación y supervisión del profesor, **¡cuida el ambiente!**

Algunas recomendaciones para el manejo de residuos que se podrían generar durante las actividades propuestas en este libro u otras que indique el profesor



Residuo	Tratamiento
Margarina, manteca de cerdo y aceite	Disponer en papel en el recipiente de residuos inorgánicos. Usar papel absorbente y dar el mismo manejo.
Tubo de ensayo con parafina	Tapar con algodón y si hay espacio rotular con el nombre de la actividad y reservar.
Yeso	Desechar en el recipiente de residuos inorgánicos.
Agua con <i>destapacaños</i>	Agregar 10 gotas de jugo de col y vinagre en porciones de 10 ml hasta que el color cambie a morado o rosa.
Sulfato de cobre/sal acuoso	Evaporar el líquido en un plato ancho de poca altura y recuperar el sólido, o diluirlo hasta 5 l con agua y utilizarlo para regar por aspersión plantas atacadas por hongos.
Limpiaador <i>destapacaños</i>	Agregar 10 gotas de jugo de col y vinagre en porciones de 10 ml hasta que el color cambie a morado o rosa.
Ácido muriático	Agregar 10 gotas de jugo de col y bicarbonato de sodio, cucharada a cucharada, hasta que el color cambie de rojo intenso a morado y no haya más efervescencia.
Restos de alimentos	Eliminar el exceso de líquidos por decantación, mezclar los sólidos con tierra del jardín para promover su degradación.
Sosa cáustica con miel	Reservar el frasco y rotularlo como "Bloque 4 secuencia 20", por ejemplo, para que compañeros de otros cursos puedan usarlo.

# Bibliografía

## Sugerida para el estudiante

- Arjonilla, Elia y Andoni Garriz, "El dominio del fuego", en *¿Cómo ves?*, México, enero de 2000, núm. 14, p. 30.
- Asimov, Isaac, *Breve historia de la química*, México, Alianza Editorial, 2003.
- Beattie, Caroline, *Experimentos científicos: química cotidiana*, León, España, Everest, 2007.
- Beyer Ruiz, María Emilia, "La química como lenguaje", en *¿Cómo ves?*, México, julio de 2000, núm. 20, p. 16.
- Catalá, Rosa María, "La esfera que cayó del cielo", en *¿Cómo ves?*, México, febrero de 2000, núm. 15, p. 16.
- \_\_\_\_\_, "La verdadera comida rápida", en *¿Cómo ves?*, México, octubre de 2002, núm. 47, p. 22.
- \_\_\_\_\_, "Los cohetes: arifícios de la era espacial", en *¿Cómo ves?*, México, septiembre de 2001, núm. 34, p. 22.
- Chamizo, José Antonio, "El decálogo del vidrio", en *¿Cómo ves?*, México, marzo de 1999, núm. 4, p. 25.
- \_\_\_\_\_, "El tiempo de la química", en *¿Cómo ves?*, México, mayo de 2002, núm. 42, p. 30.
- Gasque Silva, Laura, "Carbono: un elemento con múltiples personalidades", en *¿Cómo ves?*, México, marzo de 2001, núm. 28, p. 16.
- \_\_\_\_\_, "El fármaco más pequeño", en *¿Cómo ves?*, México, octubre de 2000, núm. 23, p. 30.
- \_\_\_\_\_, "Platino: el más noble de los metales", en *¿Cómo ves?*, México, febrero de 2002, núm. 39, p. 30.
- \_\_\_\_\_, "Retrato del oxígeno", en *¿Cómo ves?*, México, octubre de 2005, núm. 83, p. 16.
- Garriz, Andoni y José Antonio Chamizo, *Tú y la química*, México, Prentice Hall, 2002.
- Hewitt, Sally, *Proyectos fascinantes: Química*, Panamericana Editorial, Colombia, 2004.
- Jiménez, Blanca Elena, *La contaminación ambiental en México*, México, Limusa, 2002.
- López Munguía, Agustín, "El aspartame y otras 'armas mortales'", en *¿Cómo ves?*, México, octubre de 1999, núm. 11, p. 6.
- \_\_\_\_\_, "De afrodisíacos, viagra y química sexual", en *¿Cómo ves?*, México, enero de 1999, núm. 2, p. 26.
- \_\_\_\_\_, "La ciencia de la dulzura", en *¿Cómo ves?*, México, septiembre de 2000, núm. 22, p. 22.
- \_\_\_\_\_, "Cuando el estrés oxidativo nos alcance", en *¿Cómo ves?*, México, abril de 2006, núm. 89, p. 10.
- Instituto Latinoamericano de la Comunicación Educativa, Red Escolar, *Haluros: Fluor, Rocas minerales*, disponible en [http://red.ilce.edu.mx/sitios/cld\\_proyectos\\_colabora\\_tic/rocas\\_minerales/publi\\_rocas/fluor.htm](http://red.ilce.edu.mx/sitios/cld_proyectos_colabora_tic/rocas_minerales/publi_rocas/fluor.htm) (consulta: 21 de enero de 2019).
- Instituto Latinoamericano de la Comunicación Educativa, Red Escolar, *El agua*, disponible en [http://redescolar.ilce.edu.mx/redescolar/act\\_permanentes/conciencia/biologia/acertijos\\_biologicos/acertijos01-02/res6.htm](http://redescolar.ilce.edu.mx/redescolar/act_permanentes/conciencia/biologia/acertijos_biologicos/acertijos01-02/res6.htm) (consulta: 21 de enero de 2019).

- Oxford—Complutense, *Diccionario de Química*, Madrid, Oxford—Complutense, 2006.
- Palacios Rodríguez, Yadira, "El mundo de los medicamentos", en *¿Cómo ves?*, México, marzo de 2000, núm. 16, p. 16.
- Riveros—Rosas, Héctor y Adriana Julián—Sánchez, "Vitaminas en los cosméticos", en *¿Cómo ves?*, México, marzo de 2002, núm. 40, p. 10.
- Rubio Godoy, Miguel, "Feromonas, más allá del olfato", en *¿Cómo ves?*, México, marzo de 2006, núm. 88, p. 22.
- Ruiz Loyola, Benjamín, "Cosas que brillan", en *¿Cómo ves?*, México, abril de 2002, núm. 41, p. 22.
- \_\_\_\_\_, "Las armas químicas", en *¿Cómo ves?*, México, enero de 2002, núm. 38, p. 22.
- Sosa Reyes, Ana María, "La química del pelo", en *¿Cómo ves?*, México, noviembre de 2001, núm. 36, p. 30.
- Sosa, Plinio, "Michael Jordan, un tipo con mucha química", en *¿Cómo ves?*, México, noviembre de 2000, núm. 24, p. 17.
- Talanquer, Vicente, "La química en el siglo XXI", en *¿Cómo ves?*, México, noviembre de 1999, núm. 12, p. 30.
- Trujillo, Mauricio A. y Norma A. Valdez, "Pasteur y las moléculas en el espejo", en *¿Cómo ves?*, México, julio de 2002, núm. 44, p. 26.
- Uruchurtu, Gertrudis, "El largo viaje de la alquimia a la química", en *¿Cómo ves?*, México, abril de 2005, núm. 77, p. 26.
- \_\_\_\_\_, "Venenos, envenenados y envenenadores", en *¿Cómo ves?*, México, mayo de 2006, núm. 90, México, p. 10.
- Valdés, Jesús, "Lluvia ácida: la noche que Andrés llegó tarde", en *¿Cómo ves?*, México, diciembre de 1998, núm. 1, p. 18.
- Vecchione, Glen, *Experimentos sencillos de química en la cocina*, Barcelona, Oniro, 2002 (El juego de la ciencia).

## De la colección Biblioteca de Aula y Escolar

- Córdova Frunz, José Luis, *La química y la cocina*, México, SEP—FCE, 2003 (Biblioteca de Aula, serie Espejo de Urania).
- Chamizo Guerrero, José Antonio, Maia Fernández Miret, Aline Darjo (ilustrador), *La ciencia*, México, UNAM, 2004 (Biblioteca Escolar, serie Espejo de Urania).
- \_\_\_\_\_, *Química mexicana*, México, SEP—Dirección General de Publicaciones, 2003 (Biblioteca Escolar, serie Espejo de Urania).
- Chimal, Carlos, *El viajero científico*, México, SEP—Alfaguara, 2003 (Biblioteca de Aula, serie Espejo de Urania).
- Emsley, John, *Retratos de materiales interesantes*, México, SEP—Editorial México, 2005.
- Esquivel, Guadalupe y Adriana Luna, *El placer de comer y estar sano*, México, SEP—Editorial Terracota, 2010 (Biblioteca Escolar).
- García, Horacio, *El universo de la química*, México, SEP—Santillana, 2002 (Biblioteca de Aula, serie Espejo de Urania).

- García, Horacio y Lena García, *La química en el arte*, México, SEP: ADN Editores, 2007 (Biblioteca Escolar).
- García Saiz, José María, *Química industrial*, México SEP-Santillana, 2002 (Biblioteca Escolar, serie Espejo de Urania).
- Gore, Al, *Nuestra elección: un plan para resolver la crisis climática*, México, SEP-RBA Libros, 2010 (Biblioteca Escolar).
- Hoffman, Roald y Vivian Torrence, *Química imaginada. Reflexiones sobre la ciencia*, México, SEP-FCE, 2006 (Espejo de Urania).
- Irazoque, Glinda y José Antonio López-Tercero, *La química de la vida y el ambiente*, México, SEP-Santillana, 2002 (serie Espejo de Urania).
- \_\_\_\_\_, *La química de los fluidos*, México, SEP-Santillana, 2002 (Biblioteca Escolar, serie Espejo de Urania).
- Jürgen, Hans, *Experimentos sencillos con sólidos y líquidos*, España, Oniro, 2005.
- Lesur, Luis, *Manual de nutrición*, México, SEP-Editorial Treldas, 2010 (Biblioteca Escolar).
- Parker, Steve, *100 cosas que debes saber de la ciencia*, México, SEP-Club de lectores, 2004 (Biblioteca de Aula).
- Rugi, Roberto y Luca Cascioli (ilustrador), *La química*, México, SEP-Editex, 2003 (Biblioteca de Aula, serie Espejo de Urania).
- Vecchione, Glen, *Experimentos sencillos de química en la cocina*, México, SEP-Oniro, 2003 (Biblioteca Escolar, serie Espejo de Urania).

### De la colección "La ciencia para todos", editada por el Fondo de Cultura Económica

- Ávila Mendoza, Javier y Joan Genescá, *Más allá de la herrumbre I*, México, FCE, 1989 (La ciencia para todos), disponible en <http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen1/ciencia2/09/htm/masalla.htm> (Consulta: 21 de enero de 2019).
- \_\_\_\_\_, *Más allá de la herrumbre II. La lucha contra la corrosión*, México, FCE, 2003, disponible en <http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen2/ciencia3/079/htm/masalla2.htm> (Consulta: 21 de enero de 2019).
- Braun, Eliezer, *El saber y los sentidos*, 2a. ed., México, FCE, 1997 (La ciencia para todos), disponible en <http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen2/ciencia3/073/htm/elsaber.htm> (Consulta: 21 de enero de 2019).
- De la Selva, Sara María Teresa, *De la alquimia a la Química*, México, FCE, 1993 (La ciencia para todos), disponible en <http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/118/htm/alquimia.htm> (Consulta: 21 de enero de 2019).
- Domínguez, José Manuel e Isaac Shifter, *Las arcillas: el barro noble*, México, FCE, 1992, disponible en <http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/109/html/arcillas.html> (Consulta: 21 de enero de 2019).
- Garriz Ruiz, Andoni y José Antonio Chamizo, *Del tequesquite al ADN: Algunas facetas de la química en México*, México, FCE, 2007, disponible en <http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen2/ciencia3/072/htm/delteque.htm> (Consulta: 21 de enero de 2019).

- Romo, Alfonso, *Química. Universo, Tierra y vida*, México, FCE, 1988, disponible en: <http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen1/ciencia2/51/htm/quimica.htm> (Consulta: 21 de enero de 2019).
- Shifter, Isaac y Esteban López Salinas, *Usos y abusos de las gasolinas*, México, FCE, 1998.

### Sugerida para el profesor

- Braun, Eliezer, *El saber y los sentidos*, 2a. ed., México, FCE, 1997 (La ciencia para todos), disponible en: <http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen2/ciencia3/073/htm/elsaber.htm> (Consulta: 21 de enero de 2019).
- Brock, William H., *Historia de la Química*, España, Alianza Editorial, 2005.
- Emsley, John, *Moléculas en una exposición. Retratos de materiales interesantes de la vida cotidiana*, México, Península, 2005 (Libros del Rincón).
- Garriz Ruiz, Andoni y José Antonio Chamizo, *Del tequesquite al ADN: Algunas facetas de la química en México*, México, FCE, 2007, disponible en: <http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen2/ciencia3/072/htm/delteque.htm> (Consulta: 21 de enero de 2019).
- Chamizo Guerrero, José Antonio, *Cómo acercarse a la Química*, México, Esfinge, 2006.
- De la Selva, Sara María Teresa, *De la alquimia a la Química*, México, FCE, 1993 (La ciencia para todos), disponible en: <http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/118/htm/alquimia.htm> (Consulta: 21 de enero de 2019).
- El rincón de la ciencia* (enlaces de interés), disponible en <http://centros5.pntic.mec.es/ies.victoria.ken/Rincon-C/Enlaces/FQ.htm> (Consulta: 21 de enero de 2019).
- Enlaces entre átomos*, 16 de noviembre de 2007, En línea: [http://concurso.enice.mec.es/enice2005/93\\_iniciacion\\_interactiva\\_materia\\_curso/materiales/enlaces/metallico.htm](http://concurso.enice.mec.es/enice2005/93_iniciacion_interactiva_materia_curso/materiales/enlaces/metallico.htm) (Consulta: 21 de enero de 2019).
- Herrezuelo Moreno, José, *La ciencia de los alumnos: su utilización en la didáctica de la Física y Química*, México, Distribuciones Fontamara, 2006 (Argumentos).
- Hoffmann, Roald, *Química imaginada: reflexiones sobre la ciencia*, México, FCE, 2004.
- Kind, Vanessa, *Más allá de las apariencias: ideas previas de los estudiantes sobre conceptos básicos de Química*, México, Santillana-Facultad de Química-UNAM, 2004 (Aula XXI).
- Organización de Estados Iberoamericanos que contiene diversos vínculos con artículos de Educación Química, disponible en <http://www.oei.es/oeivirt/quimica.htm> (Consulta: 21 de enero de 2019).
- Pinto, Gabriel; Carlos Castro y Joaquín Martínez, *Química: al alcance de todos*, Madrid, Editorial Pearson Alhambra, 2006.
- Romo, Alfonso, *Química. Universo, Tierra y vida*, México, FCE, 1988, disponible en: <http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen1/ciencia2/51/htm/quimica.htm> (Consulta: 2 de junio de 2016).
- Sosa, Plinio, *Conceptos base de la química*, México, UNAM, 2007.
- Sosa, Plinio, "Química" (artículos de divulgación sobre química), disponible en: <http://plinio.tripod.com/quimica.htm> (Consulta: 21 de enero de 2019).

### Consultada para la elaboración de la obra

- Chamizo, José Antonio. *Modelo didáctico para el aprendizaje de la química básica con alumnos de bajo desempeño*. México, Facultad de Química-UNAM, disponible en [http://www.joseantoniochamizo.com/pdf/0201\\_46.pdf](http://www.joseantoniochamizo.com/pdf/0201_46.pdf) (Consulta: 22 de junio de 2013).
- Chang, Raymond. *Química general*. México, McGraw-Hill, 2007.
- Daub, William et al., *Química*. México, Pearson-Prentice Hall, 2005.
- Garriz, Andoni y José Antonio Chamizo. *Química*. México, Pearson Education, 1994.
- Garriz, Andoni et al., *Química universitaria*. México, Pearson-Prentice Hall, 2005.
- Kind, Vanessa. *Más allá de las apariencias: ideas previas de los estudiantes sobre conceptos básicos de Química*. México, Santillana-Facultad de Química-UNAM, 2004 (Aula XXI).
- Nieda, Juana y Beatriz Macedo. *Un currículo científico para estudiantes de 11 a 14 años*. México, SEP, 1998.
- Pérez, Gabriela et al., *Química I: Un enfoque constructivista*. México, Pearson-Prentice Hall, 2007.
- . *Química II: Un enfoque constructivista*. México, Pearson-Prentice Hall, 2007.

### Consignación de créditos iconográficos:

#### Bancos de imagen

© La Instock México: pp. 23, 25 (1.3), 31 (1.9), 35 (1.13), 39 (1.23), 44 (1.29), 45 (1.30), 53 (1.43), 57 (1.46), 60 (1.49), 62 (1.51), 73, 76 (2.4), 80 (2.9), 86 (2.19), 88 (2.21), 91 (2.27), 95 (2.30), 2.31 y 2.32), 96 (2.34), 98 (2.35 y 2.36), 100 (2.37), 101 (2.38), 105 (2.45, 2.46, 2.47), 108 (2.51), 125, 135 (3.12), 149 (3.25), 158 (3.34), 159 (3.37b, c, e, f), 160 (3.4e, j), 161 (3.38, 3.39), 179 (4.5), 180 (4.6), 183 (4.9), 187 (4.15, 4.16), 201 (4.29), 202 (4.31), 207 (4.36), 223, 224 (5.1), 228 (5.6), 240 (5.23), 248 (5.31); Shutterstock: pp. 24 (1.1), 33 (1.11, 1.12), 36 (1.17), 41 (1.25), 48 (1.39), 51 (1.41), 58 (1.47a, 1.47d, 1.47e, 1.47g), 87 (2.20), 88 (2.22), 89 (2.23), 92 (2.28), 110 (2.54), 115 (2.60), 127 (3.2, 3.4), 128 (3.5), 132 (3.11), 142 (3.18), 159 (3.27d), 160 (3.4a, b, c, k, m), 167 (3.45), 175, 176 (4.1), 177 (4.2), 186 (4.13), 194 (4.21), 195 (4.23), 196 (4.24), 206 (4.34), 211 (4.40), 219a, 224 (5.2), 232 (5.11 y 5.12), 233 (5.13), 234 (5.14), 236 (5.17), 238 (5.21), 245 (5.28), 246 (5.29a), 247 (5.30), 249 (5.32); Thinkstock: pp. 38 (1.21), 39 (1.22), 58 (1.47b, 1.47h), 65 (1.54), 74 (2.1), 76 (2.3), 132 (3.10), 151 (3.26), 159 (3.36), 196 (4.25), 207 (4.35), 219b, c, 238 (5.20); Cuartoscuro: pp. 27 (1.5), 74 (2.2), 141 (3.17), 146 (3.22), 147 (3.24), 160 (3.4f), 234 (5.15); Glow Images: p. 64 (1.53); Banco de imágenes Ediciones Castillo: pp. 26 (1.4), 27 (1.6c), 35 (1.14), 50 (1.40), 58 (1.47c), 79 (2.8), 178 (4.4), 184 (4.12), 197 (4.26), 212 (4.41).

#### Fotógrafos

© Richard Megna, Fundamental Photographs, New York: p. 140 (3.16); Gerardo González López: pp. 36 (1.16), 37 (1.18a, b), 38 (1.20), 43 (1.28), 60 (1.50a), 61 (b), 110 (2.53), 129 (3.6), 131 (3.7, 3.8), 163 (3.41), 190 (4.18), 192 (4.19), 199 (4.28), 215 (4.43), 237 (5.18); Juan José

David Morín García: pp. 66 (1.55), 67 (1.56, 1.57), 118 (2.63), 160 (3.41), 169 (3.47), 216 (4.44), 226 (5.3), 227 (5.5), 231 (5.10), 235 (5.16), 238 (5.19), 239 (5.22), 243 (5.26), 250 (5.33), 251 (5.34); Mariana Barreiro Guijosa: p. 116 (2.61); Juan Carlos Almeida Gómez: p. 194 (4.22); Juan Mario Pérez Oronoz Rojas: p. 126 (3.1), 177 (4.3), 181 (4.8), 183 (4.10);

#### Créditos especiales

p. 32: (1.10) NASA, 2005, ©NASA; p. 42: (1.27) Códice de la Cruz Badiano, Reprografía, SECRETARÍA DE CULTURA-INAH-MEX, reproducción autorizada por el Instituto Nacional de Antropología e Historia.; p. 120: ©OC DAGUA S.A. de C.V.; p. 127: (3.3) Billetes, SHCP; p. 160: (3.4g) Lago de Chapala, fotografía: © El Ágora; p. 229: (5.7) Mario Molina, Imagen: © Creative Commons, GNU Licencia de Documentación Libre; p. 242: (5.25) Kukulcan, Chichén Itzá, SECRETARÍA DE CULTURA-INAH-MEX, reproducción autorizada por el Instituto Nacional de Antropología e Historia.; p. 244: (5.27) Mural de Bonampak, Chiapas, SECRETARÍA DE CULTURA-INAH-MEX, reproducción autorizada por el Instituto Nacional de Antropología e Historia.; p. 246: (5.29b), Monumento a Don Quijote y Sancho Panza, Imagen: © Creative Commons, GNU Licencia de Documentación Libre.

#### Gráficos:

Judith Sánchez Durán: pp. 52 (1.42), 55 (1.45), 79 (2.7), 81 (2.11), 82 (2.13), 83 (2.15), 84 (2.16, 2.17, 2.18), 101 (2.39), 104 (2.43), 111 (2.55), 112 (2.56), 113 (2.58), 180 (4.7), 191 (4.4), 203 (4.32), 230 (5.8); Jesús Emmanuel Urueta Coriés: pp. 90 (2.26), 92 (2.1), 102 (2.40), 103 (2.41), 104 (2.44), 106 (2.2), 112 (2.57), 114 (2.59), 119 (2.64), 143 (3.19), 144 (3.20), 145 (3.21), 152 (3.28), 153, 154 (3.29), 155 (3.32), 160 (3.41h, i), 162 (3.40), 165 (3.43), 171 (centro), 178 (4.1), 199 (4.27), 201 (4.30); Karla María Estrada Hernández: pp. 121, 170, 171.

#### Ilustraciones:

Ismael Silva Castillo: pp. 28 (1.7), 36 (1.15), 37 (1.19), 40 (1.24), 41 (1.26), 46 (1.31), 47 (1.32), 1.33, 1.34, 1.35, 1.36, 1.37), 48 (1.38), 54 (1.44), 62 (1.52), 68, 81 (2.10), 89 (2.24), 90 (2.25), 108 (2.50), 117 (2.62), 165 (3.43), 166 (3.44), 187 (4.14), 188 (4.17), 204 (4.33), 208 (4.37), 209 (4.38), 210 (4.39), 231 (5.9); Sebastián Damián Hernández Hernández: pp. 28 (1.8), 58 (1.47f), 77 (2.5), 132 (3.9), 168 (3.46), 193 (4.20), 214 (4.42), 227 (5.4), 253, 255, 256, 257; Eloy Padilla Puga: pp. 27 (1.6a), 78 (2.6), 82 (2.12), 83 (2.14), 96 (2.33), 107 (2.48), 108 (2.49), 137 (3.13, 3.14), 154 (3.30, 3.31), 217 (4.45); Olenka Pérez Bravo: pp. 108 (2.51a, b), 109 (2.52), 146 (3.23), 151 (3.27), 155 (3.32), 159 (3.37a), 183 (4.11); Víctor Duarte Alaniz: pp. 24 (1.2), 27 (1.6b), 94 (2.29); Luis Montiel: pp. 59 (1.48), 139 (3.15).

#### Cartografía:

Adela Calderón Franco y Liliana Raquel Cruz Gómez: pp. 69, 158 (3.35), 241 (5.24).

DISTRIBUCIÓN GRATUITA  
PROHIBIDA SU VENTA

Impreso en abril de 2018 en los talleres de  
Nombre de la empresa.  
Calle, núm. , C.P.  
Ciudad de México, México.



[www.edicionescastillo.com](http://www.edicionescastillo.com)  
[infocastillo@macmillaneducation.com](mailto:infocastillo@macmillaneducation.com)  
Lada sin costo: 01 800 536 1777

