

# Ciencias 3

Secundaria

Química

Eli Fernández de Gortari  
Laura Mireya Cuevas Tenorio

EDITORIAL



# Presentación

La química es una de las ciencias que mayor impacto tiene en nuestra vida cotidiana. Su esfera de acción se encuentra en todo tipo de artículos de uso común, como las prendas de vestir, el calzado, el tratamiento que se lleva a cabo en todo tipo de telas, en la elaboración del papel, en el desarrollo de nuevas tintas y pigmentos; también es responsable de la generación de nuevos materiales de aplicaciones muy diversas, por ejemplo, en nuevos motores, en la producción de celdas combustibles, en las carrocerías y fuselajes de automóviles y aviones, en medicamentos, vacunas y casi cualquier nuevo artículo industrializado.

Lo anterior hace necesario dar a las nuevas generaciones de estudiantes las herramientas básicas para entender y actuar en un mundo donde prácticamente toda aplicación química tiene cabida. Este conocimiento les dará la capacidad de discernimiento necesario para tomar decisiones sobre las posibles consecuencias de toda esta monumental cantidad de productos y aplicaciones de la química en la salud, en el ambiente y en general en todas las actividades de la vida cotidiana, lo que ayudará a construir una sociedad más informada y, por tanto, capaz de tomar las decisiones que mejor convengan a todos.

Este libro pretende contribuir en el ámbito de la enseñanza de Ciencias 3. Química para tercero de secundaria, que es el primer acercamiento formal de los estudiantes a esta ciencia. Por tanto, se procuró que el desarrollo de los contenidos fuera formal, pero a la vez comprensible y amable, con abundantes situaciones de aprendizaje relacionadas con la vida diaria para explicar los fenómenos químicos, y que a la vez incentiven la curiosidad de los escolares por esta rama del saber y sus alcances.

Si bien es cierto que no todos los alumnos a quienes llegue este libro se dedicarán al estudio de esta ciencia de manera formal, es de suma importancia que cualquiera de ellos cuente con los conocimientos básicos en esta área, ya que hoy la química está ligada, tal vez como ninguna otra ciencia, a casi cualquier actividad humana. No es casualidad que se hable de la química como la “ciencia central”, ya que se encuentra vinculada directamente con la física en la comprensión de la naturaleza de la materia, y con la biología, pues toda manifestación de la vida es inconcebible sin tantas y tan complejas reacciones químicas que tienen lugar en los sistemas vivos. Por todo lo anterior, *Ciencias 3. Química* busca constituirse en auxiliar indispensable del profesor y fuente de conocimiento para el alumno de tercer año de secundaria en este su primer acercamiento formal a la química.

Los autores

El libro **Ciencias 3 Química** fue elaborado por la Dirección General de Contenidos.

#### Ilustración

Alma Julieta Núñez Cruz

#### Fotografía

Archivo Santillana, Repositorio global Santillana, Shutterstock, Thinkstock  
Wikipedia, Proceso foto, Archivo Digital, Glowimages, Photostock

La presentación y disposición en conjunto y de cada página de **Ciencias 3 Química** son propiedad del editor. Queda estrictamente prohibida la reproducción parcial o total de esta obra por cualquier sistema o método electrónico, incluso el fotocopiado, sin autorización escrita del editor.

© 2014 por Eli Fernández de Gortari y Laura Mireya Cuevas Tenorio

D. R. © 2014 por EDITORIAL NUEVO MEXICO, S. A. de C. V.  
Avenida Río Mixcoac 274 piso 4, colonia Acahuas, C. P. 03240,  
delegación Benito Juárez, Ciudad de México.

ISBN: 978-607-712-124-4

Primera edición: abril de 2014

Segunda reimpresión: abril de 2016

Miembro de la Cámara Nacional de la Industria Editorial Mexicana.  
Reg. Núm. 3012

Impreso en México/Printed in Mexico

# Presentación para el alumno

Este libro está dedicado a ti, alumno de tercero de secundaria. Lo hemos elaborado con la intención de que te acompañe en este primer acercamiento formal a la asignatura de Ciencias 3. Química.

Como verás, la química desempeña un papel muy importante en nuestras vidas, y a partir de tus conocimientos, saberes, experiencias y actividades de todos los días tendrás oportunidad de comprender muchos conceptos básicos de esta disciplina que puede ser apasionante.

A lo largo de este texto, te ofrecemos situaciones, lecturas y actividades que te permitirán interpretar y explicar fenómenos químicos diversos. Creemos sinceramente que confrontar la información, analizar ideas de forma sistemática, argumentar sobre las evidencias, sobre las creencias o en torno a los nuevos conocimientos científicos, va a ser muy entretenido para ti, y muy aleccionador.

Al cursar esta asignatura te vas a dar cuenta de que tanto dentro como fuera de la escuela están los temas que se desarrollan en este libro y en el salón de clase. Las ideas y avances en esta área del conocimiento tienen que ver con muchos aspectos de las actividades humanas, por ejemplo, la forma en que producimos nuestros alimentos o la manera de tratar los materiales que utilizamos para fabricar todos aquellos objetos, herramientas, utensilios, aparatos y productos en general que hacen más cómoda la vida diaria.

El estudio de la química nos ha permitido empezar a entender cómo, a través de los materiales de que están constituidos tanto los seres vivos como los inanimados, se compone el mismo Universo.

Mediante el estudio de la química serás capaz de conocer de qué están constituidos cuerpos tan lejanos como las estrellas y algunos tan diminutos como los granos de arena. Verás que es posible transformar la materia, cambiar las propiedades de lo que nos rodea, saber a qué se deben los colores, las texturas y los olores.

También podrás entender cuáles son los elementos que constituyen tu cuerpo, de qué están hechos los alimentos; conocerás muchos de los misterios del Universo y entenderás que la Naturaleza puede modificarse en beneficio humano.

Por lo mismo, te resultará muy interesante revisar los textos sobre la forma como los científicos han construido sus hallazgos y explicaciones sobre la naturaleza química de la materia,

© Nueva México

cómo han ido organizando este conocimiento para darle coherencia y cómo han llegado a utilizar el mismo lenguaje, que ponemos a tu disposición en las páginas de este libro para que tú mismo te inicies en los misterios de esta ciencia.

Así pues, te damos la bienvenida al magnífico mundo de la química, esta ciencia milenaria que fue reconocida como magia en la Antigüedad; de ella surgen las leyendas de magos y brujas, de espíritus que habitan dentro de los elementos, de los curanderos y de otros mitos a los cuales estamos acostumbrados y que en general nos encantan.

Esta ciencia surge de los herreros, los orfebres y los yerberos. Pero hoy es toda una ciencia formal que se encuentra al alcance de todos y no de unos cuantos, como ocurría en tiempos remotos.

La química nos permite volver realidad muchos de nuestros sueños más fantásticos, pero también nos exige una gran responsabilidad por el conocimiento adquirido.

En este libro encontrarás muchos de los conocimientos iniciales que necesitarás para conseguir estos objetivos, pero debes saber que pueden ser solo el inicio de una gran aventura de vida.

Esperamos cumplir con la expectativa de presentarte a la química como una ciencia que afecta nuestro día a día, que puedas divertirte y entender un poco más la manera en que todos los procesos químicos le dan forma a nuestra vida y que para ti sea solo el primer paso en el entendimiento de la ciencia y de sus infinitas aplicaciones.

Esperamos que a lo largo de tu curso de química logres poner en práctica mucho de lo que ya sabes y de lo que irás aprendiendo. Llevar a cabo las actividades y proyectos propuestos en este libro fortalecerá tu autoconfianza y te ayudará a avanzar hacia la construcción de nuevos aprendizajes, tanto en las áreas de las ciencias como en otras asignaturas.

Confiamos en que este libro te brinde las herramientas para analizar con mayor profundidad los temas que te interesen, pero sobre todo, esperamos que te ayude a formar una opinión propia y fundamentada sobre los diferentes temas en los que la química, la salud y el ambiente se relacionan, y que así contribuya a tu formación como un futuro ciudadano crítico y capaz de transformar de forma positiva el mundo en el que vive.

Los autores



# Presentación para el maestro

Estimado profesor:

Los contenidos de Ciencias Naturales a los que pertenece esta asignatura, Ciencias 3. Química, están organizados de acuerdo con cinco ámbitos referidos a campos de conocimiento que permiten al alumno comprender diversos fenómenos y procesos de la Naturaleza. Estos ámbitos pueden presentarse con preguntas cuya función es recuperar los saberes previos y detonar el aprendizaje, a saber:

- ¿Cómo mantener la salud? (Ámbito: Desarrollo humano y cuidado de la salud).
- ¿Cómo somos y cómo vivimos los seres vivos? (Ámbito: Biodiversidad y protección del ambiente).
- ¿Cómo son los cambios y por qué ocurren? (Ámbito: Cambios e interacciones en fenómenos y procesos físicos).
- ¿De qué está hecho todo? (Ámbito: Propiedades y transformaciones de los materiales), y
- ¿Cómo conocemos y cómo transformamos el mundo? (Ámbito: Conocimiento científico y conocimiento tecnológico en la sociedad).

Si bien algunas asignaturas científicas en la educación básica tienen más incidencia en ciertos ámbitos, todas, en conjunto, permiten al alumno acercarse progresivamente al estudio de las ciencias, favoreciendo con ello una visión integral de las mismas.

Con base en lo anterior, Ciencias 3. Química, dirige muchos de sus esfuerzos a la vinculación del conocimiento en áreas como la salud, la conservación del ambiente, el desarrollo sustentable y la aplicación de los conocimientos para resolver problemas comunitarios, entre otros.

En el libro se presenta una serie de herramientas conceptuales y educativas que le permitirán apoyar su clase en su diaria labor. Esta obra incluye una serie de elementos actuales cuyo objetivo es despertar el interés de los alumnos por la química, auxiliado por actividades y ejemplos donde ellos pueden encontrar los elementos formales que componen esta ciencia dentro de su vida cotidiana, haciendo del aprendizaje una actividad lúdica.

Al escribir esta obra, los autores tomaron como principal eje rector los avances más recientes en la pedagogía recomendada para la enseñanza de las ciencias químicas a los alumnos que rondan las edades correspondientes al tercer año de secundaria. Estos esfuerzos se pueden englobar en los siguientes puntos:

- Que el estudiante comprenda la ciencia como una labor humana que se desarrolla en el transcurso de la historia bajo condiciones sociales y culturales diversas. Para esto se ha procurado dar un contexto histórico a los avances más significativos en la materia, haciendo hincapié en que lo que hoy comprendemos como una ley científica es el producto de los cambios de paradigma realizados por un conjunto de científicos situados en un contexto muy particular.

© Nueva México

- Que la ciencia no es perpetua, sino un acercamiento provisional y en constante cambio de los fenómenos que nos rodean. En el texto se promueve el entendimiento de lo que significa un modelo científico, cómo este se puede desarrollar y sus alcances y limitaciones.
- Que la ciencia, y en especial la química, nos ayuda a interpretar el mundo que nos rodea en nuestra vida cotidiana. Se presenta una serie de ejemplos, ilustraciones, actividades y experimentos que permiten al estudiante llegar a la química dentro de su esfera de control, brindándole la posibilidad de utilizar las conclusiones que de ella emanan como herramientas para resolver problemas y tomar decisiones en el día a día.
- Desarrollar habilidades lógico-matemáticas necesarias para resolver problemas de carácter químico. Se cuenta con un gran repertorio de situaciones problemáticas que permiten al alumno demostrar y consolidar su conocimiento sobre distintas áreas de las ciencias químicas que ayudan a desarrollar habilidades generales de orden lógico y matemático.
- Relacionar los conocimientos adquiridos con problemas sociales de la actualidad. Por medio de la descripción de las principales problemáticas por las que hoy pasa la humanidad desde el punto de vista de la química, se incita al estudiante a reforzar y aplicar su conocimiento para entender y plantear soluciones a dichas problemáticas, como la contaminación, el efecto invernadero, la corrosión, la generación de nuevos materiales, etcétera.
- Promover el uso de herramientas digitales como estrategia en la docencia de la ciencia. Se presenta el uso de páginas web, simuladores digitales, consejos sobre herramientas presentes en Internet como fuentes alternativas, opcionales, utilizadas dentro de la estrategia educativa de las ciencias exactas.

Por lo anterior, nos esforzamos en presentar todos los contenidos a partir de una situación que permitirá detonar los conocimientos o saberes previos de los alumnos; luego desarrollamos el contenido desde una aproximación a los posibles contextos sociales y culturales de los estudiantes, buscando que pronto se interesen e involucren en el aprendizaje. Finalmente, a manera de cierre, mediante una actividad ofrecemos la posibilidad de poner en práctica los aprendizajes logrados.

También se da énfasis a la divulgación de los conocimientos adquiridos por los estudiantes hacia su comunidad por medio de distintas actividades derivadas de los proyectos de investigación que deben realizarse, y cuyo objetivo es el uso de las herramientas científicas como un posible medio para sensibilizar a la comunidad sobre un problema específico, y llegado el momento, propiciar su solución, con el consecuente beneficio de la comunidad entera.

© Nueva México

Los autores



Presentación	3
Presentación para el alumno	4
Presentación para el maestro	6
Conoce tu libro	12

## Bloque 1

### Las características de los materiales 16

#### 1. La ciencia y la tecnología en el mundo actual 18

- Relación de la química y la tecnología con el ser humano, la salud y el ambiente 18

#### 2. Identificación de las propiedades físicas de los materiales 24

- Cualitativas 24
- Extensivas 28
- Intensivas 30

#### 3. Experimentación con mezclas 34

- Homogéneas y heterogéneas 34
- Métodos de separación de mezclas con base en las propiedades físicas de sus componentes 40

#### 4. ¿Cómo saber si la muestra de una mezcla está más contaminada que otra? 44

- Toma de decisiones relacionada con: contaminación de una mezcla 44
- Toma de decisiones relacionada con: concentración y efectos 50

#### 5. Primera revolución de la química 56

- Aportaciones de Lavoisier: la Ley de conservación de la masa 56

#### Proyectos: ahora tú explora, experimenta y actúa. Integración y aplicación 62

- ¿Cómo funciona una salinera y cuál es su impacto en el ambiente? 62

#### Evaluación del bloque 1 68



© Nueva México

## Bloque 2

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

#### 1. Clasificación de los materiales 74

- Mezclas y sustancias puras: compuestos y elementos 74

#### 2. Estructura de los materiales 80

- Modelo atómico de Bohr 80
- Enlace químico 86

#### 3. ¿Cuál es la importancia de rechazar, reducir, reusar y reciclar los metales? 92

- Propiedades de los metales 92
- Toma de decisiones relacionada con: rechazo, reducción, reúso y reciclado de metales 98

#### 4. Segunda revolución de la química 104

- El orden en la diversidad de las sustancias: aportaciones del trabajo de Cannizzaro y Mendeleiev 104

#### 5. Tabla periódica: organización y regularidades de los elementos químicos 110

- Regularidades en la Tabla Periódica de los Elementos químicos representativos 110

- Carácter metálico, valencia, número y masa atómica 118

- Importancia de los elementos químicos para los seres vivos 124

#### 6. Enlace químico 130

- Modelos de enlace: covalente e iónico 130
- Relación entre las propiedades de las sustancias con el modelo de enlace: covalente e iónico 136

#### Proyectos: ahora tú explora, experimenta y actúa. Integración y aplicación 142

- ¿Cuáles elementos químicos son importantes para el buen funcionamiento de nuestro cuerpo? 142

#### Evaluación del bloque 2 148



© Nueva México

## Bloque 3

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

152

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

154

- Manifestaciones y representación de reacciones químicas (ecuación química)

154

#### 2. ¿Qué me conviene comer?

162

- La caloría como unidad de medida de la energía
- Toma de decisiones relacionada con: los alimentos y su aporte calórico

162

166

#### 3. Tercera revolución de la química

170

- Tras la pista de la estructura de los materiales: aportaciones de Lewis y Pauling

170



- Uso de la tabla de electronegatividad

176

#### 4. Comparación y representación de escalas de medida

182

- Escalas y representación
- Unidad de medida: mol

182

186

#### Proyectos: ahora tú explora, experimenta y actúa. Integración y aplicación

192

- ¿Cómo elaborar jabones?

192

#### Evaluación del bloque 3

198

## Bloque 4

### La formación de nuevos materiales

202

#### 1. Importancia de los ácidos y las bases en la vida cotidiana y en la industria

204

- Propiedades y representación de ácidos y bases

204

#### 2. ¿Por qué evitar el consumo frecuente de los "alimentos ácidos"?

212

- Toma de decisiones relacionadas con: importancia de una dieta correcta

212

© Nueva México



#### 3. Importancia de las reacciones de óxido y de reducción

218

- Características y representaciones de las reacciones redox
- Número de oxidación

218

224

#### Proyectos: ahora tú explora, experimenta y actúa. Integración y aplicación

230

- ¿Cuál es el impacto de los combustibles y posibles alternativas de solución?

230

#### Evaluación del bloque 4

236

## Bloque 5

### Química y tecnología

240

#### Proyectos: ahora tú explora, experimenta y actúa. Integración y aplicación

242

- Proyecto 1. ¿Cómo se sintetiza un material elástico?

248

- Proyecto 2. ¿Qué aportaciones a la química se han generado en México?

252

- Proyecto 3. ¿Cuáles son los beneficios y riesgos del uso de fertilizantes y plaguicidas?

254

- Proyecto 4. ¿De qué están hechos los cosméticos y cómo se elaboran?

256

- Proyecto 5. ¿Cuáles son las propiedades de algunos materiales que utilizaban en las culturas mesoamericanas?

258

- Proyecto 6. ¿Cuál es el uso de la química en diferentes expresiones artísticas?

260

- Proyecto 7. ¿Puedo dejar de utilizar los derivados del petróleo y sustituirlos por otros compuestos?

262

#### Evaluación del bloque 5

264

#### Fuentes de información

268

- Para el alumno
- Para el maestro
- Consultadas para la elaboración de este libro

268

270

272



# Conoce tu libro

## » Entrada de bloque

En estas dos páginas, mediante textos e imágenes encontrarás los siguientes elementos:

**Imagen alusiva al contenido**

**Competencias que se favorecen durante el estudio de la asignatura**

- Distingue métodos de separación de mezclas con base en las propiedades físicas de sus componentes.
- Identifica que los componentes de una mezcla pueden ser homogéneos, 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 componente, 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 métodos de investigación (cuantificación de masa en un sistema cerrado) para la comprensión de los fenómenos naturales.
- Identifica el carácter tentativo del conocimiento científico y las limitaciones y proyección por el contexto cultural en el cual se desarrolla.
- A partir de situaciones problemáticas plantea preguntas, sugiere y alternativas de solución, considerando las propiedades de los materiales o la conservación de la masa.

**Introducción al contenido**

Todo lo que nos rodea, cualquier objeto constituido por el hombre o producto de la Naturaleza, otro o inanimado, está formado por la combinación de diferentes materiales. La química es la ciencia que estudia todos los materiales, la energía que guardan y transforman y, por supuesto, sus cambios.

El conocimiento de la naturaleza de la materia nos ha ayudado a desarrollar nuevas tecnologías que se aplican en beneficio de la humanidad, como equipo médico, materiales para la construcción, nuevos fármacos, pilas para controlar pH, purificación del agua que bebemos, nuevas vías de comunicación, nuevos vehículos, etc., todo a partir de la manipulación de los materiales existentes y de la creación de otros.

De eso, de la naturaleza de los materiales, se hablamos en este bloque.

**Aprendizajes esperados**

- Identifica las aplicaciones 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 los actores 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 mundo.
- Identifica las propiedades extensivas (masa y volumen) e intensivas (temperatura de fusión y ebullición, viscosidad, densidad, solubilidad) de algunos materiales.
- Explica la importancia de los instrumentos de medición y observación como herramienta 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.

Introducción al contenido

Aprendizajes esperados para todo el bloque

Cada contenido del programa se desarrolla en tres etapas:

**Inicio** ← Situación detonante del aprendizaje cuya función es introducirte en el estudio del contenido. Incluye preguntas para que identifiques tus conocimientos ya adquiridos.

**Desarrollo** ← Incluye la explicación teórica del contenido y actividades encaminadas a que consolides los aprendizajes esperados del mismo, para que al finalizar bloque tras bloque se alcancen las competencias favorecidas.

Tema **2** Estructura de los materiales

**2.1 Modelo atómico de Bohr**

Las materichitas son moléculas hechas de madera, hechas en su interior. Por dentro contienen una molécula más chica, esta contiene a otra aún más chica y así sucesivamente, hasta que se llega a la más pequeña (Fig. 2.9). Reflexiona:

- Si pudieras seguir con esta sucesión de obtener moléculas cada vez más pequeñas, ¿cuántas serían necesarias para no poder dividirlas más?
- Si las moléculas están hechas de madera, ¿podríamos que pudieran esa para seguirlo dividiendo? ¿Por qué?

En general, si tomamos cualquier porción de materia, de la naturaleza que sea, y la cortamos en pedruzcos cada vez más pequeños, ¿hasta dónde podríamos cortar? Esta pregunta ha estado en la mente de los seres humanos desde hace siglos. Sin embargo, los científicos llegaron a la conclusión de que si dividimos la materia hasta la parte más pequeña, como que ya no podríamos partirlo con nuestros sentidos, llegamos a un límite que actualmente llamamos átomo, una partícula cuyo nombre significa "indivisible".

Hay que destacar la existencia de los átomos por medio de diversos experimentos, y su establecimiento nos ha permitido abrir la puerta a un mundo lleno de nuevos conocimientos y adelantos tecnológicos, pero también de insuperables misterios aún sin respuesta. Tal vez una de las ideas más antiguas y fundamentadas que ha conmovido el ser humano a través de la observación de la Naturaleza y de su interpretación por medio de la ciencia, es la del átomo.

**Las líneas de tiempo atómica y sus modelos**

Aproximadamente en el año 500 a. C., los filósofos griegos **Leucipo** y **Demócrito** sostuvieron que el mundo estaba constituido de pequeñas partículas llamadas átomos, porque que llegaron a esta conclusión mediante la sola especulación racional, ya que en esa época no se consideraba la experimentación.

Se cree que una pregunta similar a "¿cuántas veces se puede cortar un objeto?" ha llevado a este razonamiento, y especularon que podrían cortarlas varias veces hasta llegar a un límite que llamaron átomo. Lo anterior significa que la unidad de construcción de toda la materia existente es única y solitaria, y que a partir de esa se puede formar cualquier material conocido.

Resulta que los electrones de valencia también se encuentran relacionados con la periodicidad, véase el cuadro 2.4.

Grupo	1 a IA	2 a IA	3 a IA	4 a IA	5 a VA	6 a VIA	7 a VIIA	8 a VIIIA
Electrones de valencia	1	2	3	4	5	6	7	8

De esta manera podemos decir que la valencia de un átomo de litio, el cual se encuentra en la familia IA, es igual a 1, o que dicho átomo tiene el potencial de perder a otros átomos inactivamente un electrón, en el cual habrá de participar su único electrón de valencia.

En esta clasificación nos aparecen los estados de transición, ya que sus propiedades periódicas son más complejas que las de otros familias y se siguen este comportamiento lateral.

**Actividad**

**Propósito:** Identificar que los átomos de los diferentes elementos se caracterizan por el número de protones que los forman.

**Desarrollo:**

- Forma equipo con tus compañeros y resuelve los siguientes problemas:
- El hidrógeno del universo tiene 10 protones y 10 neutrones. ¿Cuál es su número atómico? ¿Cuántos electrones tendrá? ¿Cuál es su número de masa? (Fig. 2.12)
- Hay un día se puede transformar el plomo en oro, ¿un día que nos ayudaría lo venían hacer muchos años, investiga cuál es la técnica que se utilizó actualmente para realizar esta transformación.
- De acuerdo al ejemplo anterior si tuviera la posibilidad de poner y quitar protones a un elemento, ¿qué sería necesario hacer para transformar el plomo en oro? ¿Cuál es la razón por la que esta transformación no se practica para obtener grandes cantidades de oro?
- ¿Lo que define los isótopos de un elemento?
- Un átomo tiene 20 protones y un número de masa de 40. Otro átomo tiene 22 protones y un número de masa de 40. ¿Cuál es la identidad de cada uno de estos átomos? ¿Cómo explicamos la diferencia entre los números de masa?
- Obra en trabajo por medio los elementos identificados en los ejercicios anteriores, de acuerdo con sus nombres atómicos.
- Analiza qué hace el experimento en el que analizas la composición del cuerpo de aluminio. Investiga qué tiene 20.2% de hidrógeno y 79.8% de Cloro masa. Si fueras a analizar una muestra del compuesto de una fuente diferente, ¿cómo sería la composición? ¿Iguales o diferentes? ¿Por qué?

**Resultado y conclusiones:**

- Para terminar, entregan los resultados al resto del grupo.
- Con la guía de tu profesor comparen las respuestas con las del resto del grupo.

**Cierre** Actividad cuya función es que consolides los aprendizajes esperados a través de la socialización del conocimiento entre los integrantes del equipo o en todo el salón de clases. Se indica de qué forma el profesor puede participar en este proceso.

**Rúbrica** Al final de cada secuencia didáctica se presenta una rúbrica con tres niveles de logro por aprendizaje esperado, para que evalúes tu avance.

## Secciones móviles

En el desarrollo encontrarás varios apartados:

### Conexión

Sugerencias de utilización práctica y pertinente de recursos bibliográficos, multimedia o computacionales vinculados a los contenidos trabajados, como herramienta para el aprendizaje.

### Ciencia a la mano

Explora los alcances de la ciencia y la tecnología en la vida cotidiana relacionados con el contenido expuesto, como reflejo de la ciencia. Explora también temas de relevancia social.

#### Proyecto 4. ¿De qué están hechos los cosméticos y cómo se elaboran?

Este proyecto está diseñado para que conozcas los productos que conforman la gran variedad de cosméticos que existen, y que comprendas las técnicas básicas para la producción de algún cosmético de uso diario.

Los cosméticos son productos naturales o sintéticos que se aplican en el cuerpo para limpiarlo, hacerlo más atractivo o cambiar de apariencia. Los orígenes provienen de la palabra griega *kosmetikos* que significa "adornar". Aunque en el transcurso de la historia se han modificado el tipo de materiales y los procesos para producirlos, los fines y la función de los cosméticos han permanecido (Fig. 3.17).

Entre los cosméticos se incluyen los siguientes tipos:

- Tintes para el cabello
- Maquillaje
- Perfumes
- Cremas para el cuidado de la piel

Algunos cosméticos contienen sustancias que pueden ser tóxicas, irritantes, alérgicas o cancerígenas. El uso de cosméticos se relaciona a la piel, la cara, el cabello y el cuerpo. Algunos cosméticos se relacionan con el cuidado de la piel y el cabello, así como con ciertos materiales para limpiar el cuerpo o algunos artículos, o incluso para el cuidado de ciertos animales.

Hasta hace aproximadamente cuatro mil años, en el antiguo Egipto, se empezaron a tener registros del uso de productos como cosméticos. Inicialmente se usaban aceites aromáticos y jabón para la piel y el cabello, así como sustancias naturales para limpiar el cuerpo o algunos artículos, o incluso para el cuidado de ciertos animales.

Del mismo modo que existe gran variedad de cosméticos, actualmente se existen múltiples formas de suministrarlos o distribuirlos. Dependiendo del tipo de cosmético distribuido, será la zona de distribución o sistema que se usará.

Actualmente, la industria cosmética tiene gran relevancia. Hay que recordar que existen cosméticos que poseen propiedades nutritivas, así como las propiedades y beneficios que estos poseen a quienes los usan. También poseen ciertos cambios y jabones, aceites y otros productos para su cuidado y beneficio para la piel y el cuerpo cabelludo.

Los cosméticos se clasifican de acuerdo con diferentes criterios. La clasificación propuesta en este proyecto es la que muestra la Comisión Nacional de la Industria de Perfumería, Artículos de Toiletería y Cosmética (Cantep). Así, los cosméticos se dividen en cinco grupos de acuerdo con su función:

**Conexión**

Para conectar más entre estas secciones, puedes hacer la elaboración de algunos productos cosméticos, visita la siguiente página web:

<http://www.cantep.com.mx>

Fecha de consulta: 14 de noviembre de 2013.

**Ciencia a la mano**

Actualmente, para eliminar las bacterias del procesamiento se utilizan en las lavanderías una sustancia llamada lejía o lejía doméstica. Esta lejía es producida por el procesamiento de sodio y lejía doméstica. Esta lejía es producida por el procesamiento de sodio y lejía doméstica, y es utilizada para lavar la ropa.

¿Qué ocurre cuando se mezcla el lejía con el agua? ¿Qué ocurre cuando se mezcla el lejía con el agua? ¿Qué ocurre cuando se mezcla el lejía con el agua?

#### El agua, recurso para la vida, en peligro

En general el agua se nos presenta como una mezcla de gases y minerales disueltos en el líquido, aunque a simple vista pareciera una sustancia pura. Pero cuando se nos comienza a cuestionar que la contaminación y la salinidad química y física que el consumo humano o animal. A simple vista un vaso con agua transparente y fresca salido de la toma de agua podría parecer una buena muestra que la usamos en las actividades, pero cuando nos damos cuenta el agua que bebemos de la base o de un río es contaminada, ya que podría tener contaminantes y provocar diversas enfermedades.

Recuerda el caso del derrame de petróleo: la cantidad de sustancias tóxicas liberadas a los mares y ríos es enorme; y muchas veces irreversible. Pese a los esfuerzos de protección son el mayor problema que enfrentan los cuerpos de agua ante el riesgo de ser contaminados.

Las fuentes principales de contaminación acuática son el desmoronamiento de ciudades y fábricas, que arrojan aguas residuales en cuerpos de agua naturales, así como las desechos arrojados a las aguas por las personas. La disposición inadecuada de residuos industriales también contribuye de manera importante a la contaminación del agua.

El agua es probablemente la sustancia más utilizada por el hombre para diversos o similares usos domésticos, por ejemplo, durante el lavado de un vaso de producción. Los jabones, artículos de higiene, desodorantes, etc., se utilizan para limpiar, limpiar la ropa, lavar la casa, los autos, etc. Todos y cada uno de estos productos en algún momento se mezclan con el agua, lo cual va a afectar a los ríos, lagos, y de ahí a las aguas, y al final desmoronarse en el mar, aumentando su carga de metales pesados.

Hasta hace algunos días los desechos profundos de las ciudades y su transporte en los ríos, lagos y mares se integraron a programas de limpieza de agua, pero en todos los países y comunidades son igual de alarmantes. Hay falta mucha información y como muestra estadística para contar el vital líquido, además de recursos tecnológicos para evitar los cuerpos de agua, por lo que se están los sectores de la población mundial pueden beneficiarse con estas medidas.

Al respecto, la falta de educación ambiental en la población es un gran tema que impide tomar acciones definitivas contra la contaminación del agua. Esta puede comenzar desde algunos ríos de tierra o surco de las lavanderías, desechos industriales, hasta residuos de huertos locales, huertos e insecticidas de plagas y bacterias diversas, que al ser ingeridos causan enfermedades tan serias como el cólera (Fig. 3.13) o la salmonella.

Los humanos también tenemos meritos

Todos los análisis y discusiones hasta ahora expuestas solo tienen de recursos humanos a nosotros, pero el cuerpo humano en sí, también es un compuesto de moléculas y estructuras de una forma. Una de estas moléculas, sumamente importante, es la sangre.

## Yo decido

Te orienta hacia la toma de decisiones informada sobre todos aquellos problemas y productos derivados de la química que tienen impacto negativo en el medio natural y social, en la vida y en la salud.

### Glosario

Incluye la definición de conceptos complejos que se presentan en el texto, sean términos químicos o relativos a otras disciplinas, todo con la finalidad de esclarecer el desarrollo del tema al máximo.

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

¿Cuáles elementos químicos son importantes para el buen funcionamiento de nuestro cuerpo?

El cuerpo humano es un sistema complejo que requiere una gran variedad de elementos químicos para funcionar correctamente. Algunos de los elementos más importantes para el funcionamiento del cuerpo humano son:

- Carbono (C): Es el elemento más abundante en el cuerpo humano y forma la base de todas las moléculas orgánicas.
- Hidrógeno (H): Es el segundo elemento más abundante en el cuerpo humano.
- Oxígeno (O): Es el tercer elemento más abundante en el cuerpo humano.
- Nitrógeno (N): Es un elemento esencial para la formación de proteínas y ácidos nucleicos.
- Fósforo (P): Es un elemento esencial para la formación de huesos y dientes.
- Calcio (Ca): Es un elemento esencial para la formación de huesos y dientes.
- Hierro (Fe): Es un elemento esencial para la formación de hemoglobina.
- Sodio (Na): Es un elemento esencial para el equilibrio de líquidos en el cuerpo.
- Potasio (K): Es un elemento esencial para el equilibrio de líquidos en el cuerpo.
- Magnesio (Mg): Es un elemento esencial para la formación de huesos.
- Zinc (Zn): Es un elemento esencial para la formación de proteínas.
- Cobre (Cu): Es un elemento esencial para la formación de proteínas.
- Selenio (Se): Es un elemento esencial para la formación de proteínas.
- Yodo (I): Es un elemento esencial para la formación de hormonas tiroideas.

### Evaluación del bloque 3

Lee el siguiente texto y responde las preguntas de la columna.

#### Los espejos

Los espejos son objetos que reflejan la luz. Se utilizan en una gran variedad de situaciones, desde el uso cotidiano hasta en aplicaciones científicas y tecnológicas.

#### Inulina y diabetes

La inulina es un polisacárido que se encuentra en algunas plantas, como la alcachofa y el ajo. Se ha demostrado que la inulina puede ayudar a controlar los niveles de azúcar en la sangre.

### Fuentes de información

Este apartado incluye referencias bibliográficas y electrónicas que pueden apoyar en el estudio de los bloques respectivos.

Para el alumno

Referencias bibliográficas y electrónicas que pueden apoyar en el estudio de los bloques respectivos.

Para el maestro

Referencias bibliográficas y electrónicas donde el profesor puede encontrar materiales de apoyo para la clase.

Al finalizar cada bloque encontrarás:

### Proyecto

Incluye opciones que permiten el desarrollo, integración y aplicación de los aprendizajes esperados y las competencias mediante un trabajo que aborda una problemática de tu interés. Incluye también diversos instrumentos de evaluación del desempeño.

### Evaluación del bloque

Este apartado incluye reactivos cuya finalidad es evaluar los conocimientos y habilidades adquiridos durante tu educación obligatoria y que son necesarios para que participes en una sociedad moderna, en la que el conocimiento y la información se han vuelto clave para el desarrollo de la tecnología y el crecimiento económico.

Al final del libro encontrarás:

### Fuentes de información

Referencias bibliográficas y electrónicas que pueden apoyar en el estudio de los bloques respectivos.

Referencias bibliográficas y electrónicas donde el profesor puede encontrar materiales de apoyo para la clase.





## Las características de los materiales

En la vida cotidiana podemos encontrar una gran variedad de mezclas, sobre todo en la cocina. Esta riquísima ensalada es un ejemplo de mezcla.

### Aprendizajes esperados

Todo lo que nos rodea, cualquier objeto confeccionado por el hombre o producto de la Naturaleza, vivo o inanimado, está formado por la combinación de diferentes materiales. La química es la ciencia que estudia todos los materiales, la energía que guardan y transmiten y, por supuesto, sus cambios.

El conocimiento de la naturaleza de la materia nos ha ayudado a desarrollar nuevas tecnologías que se aplican en beneficio de la humanidad, como equipo médico, materiales para la construcción, nuevos fármacos, pesticidas para controlar plagas, purificación del agua que bebemos, nuevas vías de comunicación, brazos robóticos, etc., todo a partir de la manipulación de los materiales existentes y de la creación de otros.

De eso, de la naturaleza de los materiales, te hablamos en este bloque.

- 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.

© Nueva México

- 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.

© Nueva México

### Competencias que se favorecen a lo largo de este curso

- Comprensión de fenómenos y procesos naturales desde la perspectiva científica.
- Toma de decisiones informadas para el cuidado del ambiente y la promoción de la salud orientadas a la cultura de la prevención.
- Comprensión de los alcances y limitaciones de la ciencia y del desarrollo tecnológico en diversos contextos.
- Identifica, mediante la experimentación, algunos de los fundamentos básicos que se utilizan en la investigación científica escolar.
- Argumenta y comunica las implicaciones sociales que tienen los resultados de la investigación científica.
- Evalúa los aciertos y debilidades de los procesos investigativos al utilizar el conocimiento y la evidencia científicos.

# La ciencia y la tecnología en el mundo actual

## Inicio

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



Figura 1.1. El acero inoxidable es una mezcla de hierro con otros metales, lo que impide la corrosión del metal resultante.

Sandra está viendo en la televisión una película que habla del futuro. En esa cinta sale un automóvil que abre sus puertas hacia arriba en forma de gaviota. Su hermano mayor la acompaña y le dice que es el DeLorean DMC-12, el único auto fabricado en su totalidad de acero inoxidable y, además, que no está pintado. Sandra le pregunta a su hermano qué es el acero inoxidable, y él contesta: “Es una aleación, y eso hace que no se raye ni se oxide el automóvil”. (Fig. 1.1). Reflexiona:

- ¿Qué entiendes por la palabra “inoxidable”?
- ¿Cómo se ve un metal oxidado?
- ¿Qué hay en el ambiente cuando un metal se oxida?

## Desarrollo

### Ciencia a la mano



En la actualidad existe una inmensa cantidad de aleaciones, con una diversidad de propiedades que abren el panorama hacia nuevas aplicaciones en diferentes tipos de tecnología. Por ejemplo, se cuenta con una gran variedad de aceros que, de acuerdo con las condiciones de su proceso de síntesis o de las combinaciones de hierro y carbono, pueden ser utilizados para la fabricación de utensilios de cocina o para el fuselaje de naves espaciales. También se utilizan aleaciones muy variadas en dimensiones nanoscópicas para producir artículos electrónicos con tamaños cada vez más diminutos.

Observa a tu alrededor. El escritorio, el pizarrón, el libro que lees, el lápiz, el sándwich, tu mochila, las pelusas volando; todo eso está formado por la combinación de diferentes materiales.

Cuando respiras, te mueves, comes o duermes, se efectúan millones de cambios en tu cuerpo, el cual funciona como una extraordinaria fábrica química. De la misma forma, cuando un metal como el hierro se expone al oxígeno del ambiente, se operan cambios en el metal de modo que aparece una coloración distinta en su superficie. A este cambio se le llama oxidación. ¿Te resulta conocido?

La química es una ciencia y estudia todos los materiales que observas, la energía que tienen y transmiten y, por supuesto, sus cambios. Esta ciencia hoy nos ha ayudado a desarrollar nuevas tecnologías como equipo médico, materiales para la construcción, nuevos fármacos, pesticidas para controlar plagas, purificación del agua que bebemos, nuevas vías de comunicación, brazos robóticos, desarrollo de diversos materiales, etcétera.

En la Antigüedad, las culturas china, egipcia y griega intentaban conocer de qué está formada la materia, pues les llamaban la atención todos los cambios que presentaba. Sin embargo, en aquel entonces, solo ciertas

© Nueva México

personas poseían algún conocimiento, por ejemplo los herreros, que tenían conocimiento sobre diversos metales y los cambios que se originaban en ellos al exponerlos a altas temperaturas.

Los herreros se encargaban de producir todo tipo de herramientas a partir de metales; probaban algunas posibles combinaciones de metales, o aleaciones, las cuales daban mejores características a ciertas armas que se empleaban en las guerras, como espadas, lanzas y escudos, al proporcionarles mayor resistencia y dureza que las del enemigo. La producción de dichas armas fue tan significativa para el desarrollo posterior de la humanidad, que a un periodo importante de la historia antigua se le conoce como “Edad de los Metales”.

### Conexión



Para saber más sobre este contenido, consulta:

Rugi, Roberto. *La química*. SEP/Edi-tex. Libros del Rincón, México, 2003.

Martínez Vázquez, Ana. *Materiales hechiceros*, Santillana, Libros del Rincón, México, 2004.

### Actividad

Formen parejas y analicen el cuadro 1.1.

#### Cuadro 1.1. Características y aplicaciones del cobre, bronce y hierro.

El **cobre** es uno de los materiales más seguros porque no se corroe. Tiene actividad antimicrobiana y es bastante suave, de modo que es manipulado con facilidad. Combinado con zinc, forma el latón. Es un buen conductor de la electricidad y su precio es bajo.



El **bronce** es la primera aleación o mezcla de metales realizada por el hombre; está formada de cobre y estaño. Tiene buena resistencia al roce y a la corrosión, además de ser utilizado en instrumentos musicales.



El **hierro** es un material muy resistente, pero como se oxida con facilidad, los objetos que están contruidos de hierro muy pronto muestran signos de corrosión, sobre todo si están expuestos al aire y al agua.



Con el maestro como moderador, analicen e infieran las características de cada metal. Después anoten en su cuaderno las semejanzas y diferencias que encuentren entre ellos. Pueden utilizar como guía estas preguntas:

- ¿Los metales brillan o son opacos?
- ¿Conducen la electricidad?
- ¿Son duros o blandos?
- ¿Se pueden romper?
- ¿Los tres materiales se utilizan en casa?

Comenten sus resultados y discutan sobre la presencia de estos materiales en su vida cotidiana. Den ejemplos de los mismos.

© Nueva México



Figura 1.2. Los alquimistas crearon un espacio de experimentación donde llevaban a cabo sus investigaciones.

### De la *khemeia* a la química

En el antiguo Egipto, la población temía y desconfiaba de las personas que tenían conocimientos sobre química (aunque entonces no se le conocía como tal), pues se dedicaban a procesos de embalsamado, además de desempeñar actividades religiosas. Este prejuicio hizo que la población les tuviera mucho respeto y ellos aprovecharon esto para transmitir su conocimiento a sus discípulos por medio de complicados y oscuros símbolos, imposibles de descifrar para los no iniciados. Este conocimiento recibió el nombre de *khemeia*, que probablemente significa "el arte de extraer jugos".

Este nombre se fue transformando con el tiempo, influenciado por las culturas que recibieron y difundieron este conocimiento, hasta que llegó a Europa, donde recibió el nombre de *alquimia*. Aun cuando pasaron muchos siglos, la alquimia preservó el sentimiento de temor entre la población, que en general consideraba a los alquimistas como hechiceros o brujos obsesionados por la transformación del plomo en oro (fig. 1.2).

Tiempo después, en Europa, Georgius Agricola (1494-1555) publicó el libro *Sobre la metalurgia*, el cual abarcaba todos los conocimientos que en esa época se tenían; él modificó la palabra *alquimia* para nombrarla *química*. La publicación de esta obra y el conocimiento que guardaba permitió que muchas más personas tuvieran la posibilidad de estudiar esta disciplina y con ello ir aportando nuevos conocimientos que posteriormente fueron teniendo efecto en la vida cotidiana de la población.

Al transcurrir el tiempo, el conocimiento químico ha hecho posible el estudio, la obtención y transformación de materiales de origen natural en beneficio de la especie humana, así como la elaboración de otros que no existen en la Naturaleza. Por ejemplo, cuando abres un refresco puedes escuchar el sonido del gas acompañado de un ligero burbujeo. Tal vez te hayas preguntado: ¿de dónde sale el gas si el refresco es líquido? En esencia, el refresco es una mezcla de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) con agua ( $\text{H}_2\text{O}$ ), lo que se conoce como agua carbonatada o ácido carbónico; además contiene azúcares y saborizantes.

Otro ejemplo son los pesticidas y herbicidas, los cuales utilizamos para controlar las plagas que afectan los sembradíos reduciendo la producción de los mismos. Aun cuando a estas sustancias se les acusa de una gran variedad de males, sin ellas sería imposible satisfacer la demanda de alimento (fig. 1.3).

Por otro lado, cuando vas al súper seguramente eliges alimentos empaquetados. Algunos de ellos contienen sustancias químicas llamadas conservadores, que permiten que los alimentos conserven sus atributos por largos periodos; otros contienen nutrimentos que el alimento no tiene en forma natural, por lo que están enriquecidos.

Ahora bien, los fármacos son sustancias químicas que se utilizan para la prevención, tratamiento y cura de todo tipo de enfermedades, entre las cuales las infecciosas son las más frecuentes. Su importancia es fundamen-



Figura 1.3. Los pesticidas sirven para eliminar plagas como el picudo negro, un insecto que se alimenta de plantas oleaginosas.

tal, ya que apenas unos siglos atrás, los humanos tenían un promedio de vida de alrededor de treinta años. Gracias a los fármacos, hoy el promedio de vida en nuestro país es de 75 años.

### Actividad

A continuación se presenta una lista de pasos para reconocer qué productos alimenticios elegir a partir de sus características químicas.

1. Piensa en un producto que deseas consumir próximamente.
2. Búscalo e identifica sus ingredientes (fig. 1.4).
3. Anota los ingredientes en tu bitácora y busca en libros o en páginas electrónicas institucionales, las características químicas de sus componentes.
4. Con esta información decide si el consumo de ese producto te generará daño o beneficio.
5. Toma tu decisión.
6. Ahora en equipo, organicense para llevar productos industrializados que por lo regular consumen durante el recreo.
7. Luego de discutirlo, expongan al resto del salón sus razones para consumir estos productos.

En grupo y con el maestro como moderador, discutan si la ciencia nos da el conocimiento necesario para entender si un producto es beneficioso o no para consumirlo.

INFORMACIÓN NUTRICIONAL			
Porción: 15 ml (1 CUCHARADA) PORCIONES POR ENVASE: 60	100 ml	Porción	% DDR (*) Por Porción
VALOR ENERGÉTICO (kcal)	820	123	-
PROTEÍNAS (g)	0	0	-
HIDRATOS DE CARBONO (g)	0	0	-
LÍPIDOS (g)	91.3	13.7	21%
ACIDOS GRASOS SATURADOS (g)	14.6	2.2	10%
ACIDOS GRASOS MONOSATURADOS (g)	20.0	3.0	-
ACIDOS GRASOS POLINSATURADOS (g)	56.7	8.5	-
OMEGA 6 (AC. LINOLEICO) (g)	50.0	7.5	40%
OMEGA 3 (AC. ALFA-LINOLÉNICO) (g)	6.7	1	32%
COLESTEROL (mg)	0	0	0%
FIBRA ALIMENTARIA (g)	0	0	-
VITAMINA E (mg)	16.7	2.5	25%

(\*) DDR: DOSIS DIARIA RECOMENDADA CON BASE EN UNA DIETA DE 2,000 kcal.

LOS ACEITES VEGETALES NO CONTIENEN COLESTEROL

Figura 1.4. Los ingredientes de un producto se enlistan en la etiqueta al reverso del envase o envoltura.

### Riesgos y beneficios

El insecticida llamado DDT (dicloro difenil tricloroetano) fue utilizado a mediados del siglo pasado contra los mosquitos que transmitían la malaria; este insecto aún es responsable de la muerte de 2.7 millones de personas al año en el mundo. El DDT es muy eficaz para erradicar a estos mosquitos y disminuir el número de muertes por malaria, sin embargo, en los años 70 el gobierno estadounidense prohibió su uso debido a que es cancerígeno y tiene un tiempo de descomposición muy largo, lo que también afecta a la vida salvaje al intervenir en los ciclos reproductivos y el sistema inmune de muchas especies animales.

Pero en ese entonces no se consideraba necesario estudiar los efectos secundarios de las sustancias, y si resultaban eficaces la primera vez, se les seguía utilizando sin medir las posibles consecuencias. A nivel mundial, actualmente existe una gran cantidad de exigencias sanitarias y ambientales con el fin de evitar que una sustancia se utilice en forma masiva sin que antes cumpla una serie de requisitos que garanticen la seguridad de su uso para la salud humana y para el ambiente.

Ejemplo de ello son los refrigerantes que hoy se utilizan. En décadas pasadas se empleaban sustancias llamadas **fluoroclorocarbonos**, causantes de la destrucción de la capa de ozono, y que hoy se han sustituido por sustancias más seguras que no dañan el ambiente y con las características necesarias para ser utilizados en procesos de refrigeración (fig. 1.5).

### Glosario

**fluoroclorocarbono.** Sustancia formada por carbono y flúor. Son contaminantes orgánicos persistentes en el ambiente.



Figura 1.5. Mario Molina, científico mexicano que ganó el Premio Nobel de Química en 1995, encontró que los fluoroclorocarbonos dañan la capa de ozono.

## Yo decido

Un tipo de pilas que utilizamos comúnmente, llamadas alcalinas, pueden contaminar hasta 100 litros de agua, con sustancias que producen daños en los riñones, sistema nervioso y pulmones. Es conveniente depositar las pilas usadas en contenedores especiales para que sus componentes se reciclen de modo adecuado.

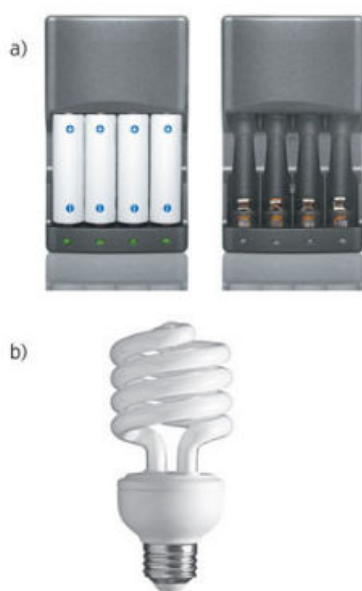


Figura 1.6. Tecnologías verdes: a) Pilas recargables, b) Focos ahorradores.

Ahora es común que se pida a los químicos que elaboren sustancias con características específicas para su aplicación y que a la vez se tome en cuenta su toxicidad para no dañar a las personas ni afectar negativamente el ambiente. Como consecuencia, ha surgido una nueva rama de la química llamada *química verde*, cuyo objetivo es generar procesos químicos limpios amigables con el ambiente.

La sociedad se encuentra cada vez más informada sobre la tecnología que la rodea, lo cual le permite elegir y exigir que los productos que se le ofrecen cumplan con los requisitos indispensables para que cuidemos al ambiente y la salud. ¿No crees que lo anterior es buena razón para informarte antes de decidir qué es bueno y qué no, qué consumir y por qué?

Cabe mencionar al respecto que las baterías que utilizábamos en gran medida hasta hace poco son muy contaminantes por su contenido de mercurio, pero poco a poco han sido sustituidas por otras que no lo utilizan. De igual forma, las lámparas incandescentes o focos se están dejando de utilizar: ahora se prefieren los focos ahorradores porque consumen menos energía y emiten menos calor. También, los empaques de plástico de muchos productos actualmente son de materiales biodegradables, con lo que se favorece el cuidado del ambiente (fig. 1.6).

Por lo demás, ¿sabías que muchas de las medicinas se han extraído de productos naturales, pero la mayoría han sido sintetizadas artificialmente? Por ejemplo, para aliviar un dolor de cabeza se puede beber una taza de té de sauge o tomar una aspirina. En realidad, los ingredientes activos de los dos remedios son muy similares. Pero el té de sauge provoca dolor de estómago debido a los componentes activos que tiene en la corteza. Por ello, los químicos farmacéuticos elaboraron la aspirina únicamente con la sustancia activa: el ácido salicílico, con lo cual se alivia el dolor de cabeza y se evita el dolor de estómago.

En pocas palabras, todo lo que consumimos en la actualidad contiene productos químicos, solo es cuestión de que te informes para que puedas analizarlo y tomar la mejor decisión al respecto, pues el conocimiento químico que se utiliza con información veraz y conciencia social estará siempre a nuestro favor.

Las personas que se dedican a la ciencia, como los químicos, los físicos, los matemáticos, los biólogos, los ingenieros, los médicos, etcétera, estudian, trabajan y se esfuerzan como cualquier profesional de otras carreras, y sus aportaciones pueden ser muy importantes para la sociedad, tal es el caso de los químicos forenses, los cuales analizan evidencia física de la escena de un crimen mediante materiales como cabello, fibras diversas, líquidos corporales, pinturas, fármacos, huellas, etcétera, contribuyendo con esto a esclarecer estos casos.

### Análisis de los medios de comunicación

Hoy es importante delimitar el papel de la ciencia en la sociedad. Por sí misma, no genera tecnología ni aplicaciones, más bien se enfoca en la búsqueda de respuestas sobre los fenómenos naturales.

© Nueva México

La tecnología, es decir, la aplicación del conocimiento, la generan otras personas. La ingeniería química, por ejemplo, la química en alimentos o la química farmacéutica, utilizan el conocimiento para aplicarlo a la satisfacción de ciertas necesidades o a la resolución de determinados problemas. La utilización responsable de ese conocimiento es un reto para los científicos de todo el mundo para asegurar con ello la conservación del ambiente sin detener el avance tecnológico.

A pesar de lo anterior, la química se ha ganado una mala reputación entre la población, no solo por las historietas o películas sobre científicos locos que pierden el control sobre sus creaciones, sino porque los medios de comunicación —la publicidad en particular— promocionan diversos productos con lemas como “sin químicos” o “sin conservadores”, ponderando los “productos de origen natural”, como si todo lo que tenga un origen “químico” fuera malo.

Además, los medios de comunicación tienen cada vez mayor influencia sobre la forma de pensar de las personas, que puede ser positiva o negativa, dependiendo de la calidad de la información que ofrecen. En ocasiones puede ser verdadera, adecuada y pertinente; sin embargo, en otras la información que difunden es inadecuada, incompleta o falsa.

Sin duda, has visto los comerciales para bajar de peso o que promocionan el uso del botox para mejorar la apariencia física. Muchos de esos productos no están avalados científicamente, aunque lo digan con todas sus letras: “probado científicamente”, no por ello dejan de provocar daños a la salud, entre otras razones, porque no se sustentan en una verdadera y responsable investigación científica (fig. 1.7).

Por desgracia, para el espectador resulta complicado saber si las bondades del producto son verdaderas o falsas. Dado que el objetivo es vender, en ocasiones los publicistas, en las etiquetas de sus productos declaran materiales o sustancias que no corresponden con la realidad. Si a todo esto le agregamos que la química sigue siendo incomprensible para la mayoría de la gente, el panorama está servido para esta mala reputación. Así, el prejuicio que existió desde sus inicios con la alquimia, hoy sigue presente con la química.



Figura 1.7. El botox es una toxina elaborada por la bacteria *Clostridium botulinum* y es uno de los venenos más tóxicos que existen. Ahora se usa en pequeñas cantidades para mejorar las líneas de expresión.

Marca con una ✓ el nivel de logro que alcanzaste

### Aprendizaje esperado

Identifico las aportaciones del conocimiento químico y tecnológico en la satisfacción de necesidades básicas, en la salud y el ambiente.

Nivel de logro	C	Identifico esas aportaciones en la satisfacción de necesidades básicas.
	B	Identifico las aportaciones en la satisfacción de necesidades básicas y en la salud.
	A	Si identifico las aportaciones en la satisfacción de necesidades básicas, en la salud y el ambiente.

Con tu maestro resuelve los casos en que tus logros no sean los mejores.

### Actividad

Por equipos pregunten a tres amigos o familiares:

- ¿Qué estudia la química?
- En tu vida cotidiana, ¿las aplicaciones de la química te afectan de manera positiva o negativa? ¿Por qué?
- ¿La tecnología te ayuda o te perjudica? ¿Por qué? Da ejemplos.
- ¿Has comprado algún producto químico que se venda por televisión? ¿Funcionó?

Comparen sus respuestas y determinen si están fundamentadas por el conocimiento científico o por información falsa. Al finalizar la revisión, expongan sus conclusiones al grupo. Pidan al profesor que las anote en el pizarrón.

© Nueva México

Marca con una ✓ el nivel de logro que alcanzaste

### Aprendizaje esperado

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

Nivel de logro	C	Tengo dificultad para analizar la influencia de los medios sobre la actitud de las personas.
	B	Puedo analizar la influencia de los medios pero no entiendo la actitud de las personas.
	A	Si analizo la influencia de los medios de comunicación y entiendo la actitud de las personas.

Con tu maestro resuelve los casos en que tus logros no sean los mejores.

Cierre

## Identificación de las propiedades físicas de los materiales

## Inicio

Figura 1.8. Los "jueces entrenados" deben evitar malos hábitos, como fumar o beber alcohol, pues dañan las papilas gustativas y el olfato.



### 2.1 Cualitativas

Alejandra es química en alimentos y trabaja en un laboratorio de análisis sensorial. Su labor consiste en hacer una encuesta a un grupo de "jueces entrenados", quienes deben degustar un alimento. En esta encuesta deben evaluar la textura, el sabor dulce, salado o picoso, lo crujiente del producto, olor, color, si es agradable a la vista, etcétera. Todo lo que perciban debe ser anotado. Después Alejandra recolecta las hojas y analiza si el nuevo alimento es agradable o no según la evaluación de los encuestados (fig. 1.8).

Las pruebas sensoriales son utilizadas en diversos tipos de industrias como la alimentaria, la perfumera, la farmacéutica, la de pinturas y tintes, etcétera. Reflexiona:

- Si te piden agrupar el mercurio, el cobre y un café con leche, ¿puedes hacerlo? ¿De qué manera?
- ¿El olor, el sabor, la consistencia y el color se puedan medir con un aparato?
- ¿Puedes aplicar el análisis sensorial para describir otro material?, ¿cuál?

#### Un primer acercamiento a la descripción de materiales

Imagina que acabas de conocer a tu artista favorito. Cuando llegas a casa a contarle a tu familia, ¿qué describes de la persona? Seguramente que es muy atractivo o atractiva, el color de su cabello, de sus ojos, su vestimenta, etcétera. Pero tu hermana, que iba contigo, tal vez lo describe con adjetivos totalmente diferentes de los tuyos, ¿por qué?

Los sentidos nos ayudan a describir materiales, objetos o fenómenos que tienen lugar en la Naturaleza. Sin embargo, estas apreciaciones son diferentes para cada persona, y la razón es que el modo de percibir los fenómenos no es semejante en cada uno de nosotros, más allá de que también intervenga el gusto personal, que modifica la percepción de los hechos.

A pesar de la relatividad de sus apreciaciones, los sentidos nos ayudan a construir una idea relevante sobre los objetos, los materiales, los fenómenos, particularizando a cada uno, al mundo circundante y distinguiendo unos de otros, pues todas las cosas con las que estamos en contacto a través de los sentidos tienen características propias que los distinguen.

© Nueva México

Ahora bien, en química, a todas las características de un material que podemos percibir con los sentidos se les conoce como **propiedades cualitativas**, es decir, aquellas que son cualidades propias de los materiales. Pero las propiedades cualitativas tienen la desventaja de que no todas las podemos medir o contar.

En realidad los avances tecnológicos nos han permitido desarrollar aparatos con los que se pueden medir algunas propiedades perceptibles a los sentidos, tal es el caso del texturómetro, que mide la textura de los alimentos o materiales (fig. 1.9), o el viscosímetro, que mide el grado de viscosidad de los fluidos, por ejemplo, de una cajeta o una mermelada.

El **estado de agregación** también es una propiedad cualitativa que depende de las condiciones de temperatura, de presión, o de ambas, a las que se encuentren los materiales.

#### Actividad

Con la orientación del profesor, de modo individual:

- Identifiquen cinco objetos dentro del salón de clases.
- Describan las propiedades cualitativas de cada uno.
- ¿Hay objetos que tengan las mismas propiedades? Expliquen.
- ¿Será posible que todos los objetos que observamos en la vida cotidiana tengan propiedades cualitativas? ¿Por qué?

Compartan las observaciones individuales con las del resto del grupo para enriquecer las descripciones. Pidan al profesor que modere la actividad.

#### Los estados de agregación de la materia

¿Has observado cómo se mueve el polvo en el aire cuando hay rayos de sol? Si te fijas bien, podrás observar puntitos que vuelan erráticamente: la mayoría son **partículas** de polvo o polen. Estas se mueven continuamente en direcciones aleatorias debido a que son golpeadas todo el tiempo por otras partículas que están en el aire.

De igual forma, la materia está constituida por partículas que se mueven como el polvo del ejemplo anterior, o se quedan fijas. Por ejemplo, imagina que tienes tres vasos, el primero de ellos con agua líquida, el segundo con hielos y el último con vapor de agua, que no ves bien pero sabes que está ahí porque empaña el cristal y va dejando pequeñas gotitas de agua. A estas variadas formas que puede tener un material se les conoce como **estados de agregación de la materia**, y dependen del acercamiento que hay entre las partículas que constituyen los materiales.

Lo anterior significa que cuanto más juntas están las partículas, menos movilidad tienen y el material posee forma definida (estado sólido); al haber un poco más de espacio y posibilidad de movimiento de las partículas,

© Nueva México



Figura 1.9. El texturómetro es utilizado en la industria galletera para dar la consistencia necesaria a las galletas, de manera que no se quiebren con facilidad.

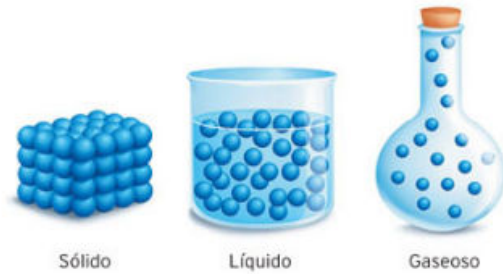
#### Glosario

**partícula.** Es la menor porción de materia que conserva sus características.

#### Conexión

Para saber más sobre el tema, en la videoteca escolar puedes encontrar:

*El mundo de la química. Volumen 3. Estados de la materia. VideoSEP.*



**Figura 1.10.** Estados de agregación de la materia. Las partículas de un sólido están más unidas que las partículas de un gas. Esto permite que los materiales tengan distintas características.

### Ciencia a la mano

Uno de los mejores ejemplos de cómo interactúan las distintas propiedades de la materia es la famosa historia de Arquímedes y el rey Hierón II, donde Arquímedes le demostró que su corona no era de oro puro y que su orfebre lo estaba estafando. Para más información, consulta:

[concurso.cnice.mec.es/cnice2005/93\\_iniciacion\\_interactiva\\_materia/curso/materiales/indice.htm](http://concurso.cnice.mec.es/cnice2005/93_iniciacion_interactiva_materia/curso/materiales/indice.htm)

(Fecha de consulta: 19 de octubre de 2016.)

### Conexión

Para saber más sobre el tema, en la videoteca escolar puedes encontrar:

*El mundo de la química. Volumen 6. El agua.* VideoSEP.

el material toma la forma del recipiente que lo contiene (estado líquido), y cuando hay mucha movilidad entre las partículas, el material puede expandirse (estado gaseoso) (fig. 1.10).

De lo anterior se desprende que los materiales tienen distintas propiedades según el estado de agregación en que se encuentren; algunas se pueden observar a simple vista. En el caso del agua, son perfectamente observables el estado sólido (hielo) y el líquido, y en menor medida el gaseoso (vapor).

Como ya se mencionó, los **gases** se distinguen porque las partículas del material que lo constituyen están muy separadas unas de otras. Los gases no tienen forma ni volumen definido, adquieren estas características del recipiente que los contiene y tienden a expandirse. Ejemplos claros de gases son el aire, el vapor de agua, el humo blanco que se desprende al quemar un papel, etcétera.

Por el contrario, cuando las partículas de un material están muy cercanas entre sí, de manera que se mantienen juntas, la materia adopta un estado de agregación llamado **sólido**. Piensa en tres materiales que posean esta característica, tal vez una piedra, un zapato o un árbol; todos ellos puedes tocarlos y de cierta manera manipularlos, y tienen forma y volumen definidos.

Por lo que se refiere al estado **líquido** las partículas se encuentran en movimiento, pero están mucho más unidas que en el gas. Los líquidos no tienen forma definida porque adoptan el contorno del espacio que los contiene, pero sí poseen un volumen definido.

Existen otros muchos ejemplos que evidencian los estados de agregación de la materia. El mercurio, por ejemplo, es el único metal que se encuentra en estado líquido a temperatura ambiente; otros líquidos son la leche, e incluso la lava que genera un volcán en erupción.

De lo anterior podemos decir que los tres estados de agregación difieren únicamente por el acomodo de las partículas; vale la pena mencionar también que este arreglo depende de la fuerza de atracción que existe entre ellas.

Ahora, piensa de nuevo en el agua y en sus tres estados de agregación. Imagina que te encuentras en la playa y pides un refresco con hielos, ¿por qué se derriten los hielos? La temperatura en la playa es alta, hace mucho calor, y por ello las partículas de los hielos se empiezan a mover más rápido hasta que cambian de estado de agregación; de formar parte del hielo se incorporan al líquido, es decir, sus partículas están más libres.

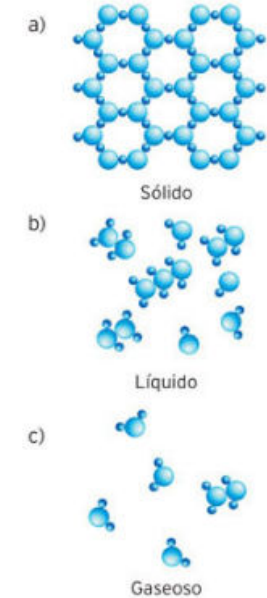
Por otro lado, si te encontraras en el polo norte, donde hace mucho frío, ¿en qué estado de agregación encuentras el agua? Imagina que vuelves a pedir un refresco con hielos; lo más probable es que después de un tiempo los hielos sigan siendo hielo y que incluso el refresco se empiece a hacer hielo. ¿Qué pasa con las partículas? En efecto, debido a la baja temperatura las partículas del refresco empiezan a perder movilidad y se juntan hasta constituir un sólido.

Cuando un material o sustancia pasa de un estado de agregación a otro, las partículas se ordenan y dejan un espacio vacío entre ellas, por ejemplo el agua. Por esta razón, cuando dejas una botella de agua en el congelador, al solidificarse esta se expande, y en ocasiones incluso esta expansión puede hacer que explote el envase que la contiene (fig. 1.11).

El agua es la única sustancia que en su estado líquido es más densa que en su estado sólido; esta diferencia en la densidad se debe al acomodo de sus partículas. Puedes comprobarlo al colocar un cubo de hielo en un vaso de agua: verás que flota. ¿Qué ventaja tendrá esta propiedad del agua para los animales que viven en los ríos, lagos y mares, y en general para todos los seres vivos (fig. 1.12)?

Existe un cuarto estado de agregación de la materia llamado **plasma**, muy abundante en el Universo, pero no en nuestro planeta. El plasma tiene apariencia y comportamiento similares a los de un gas a muy alta temperatura, con la diferencia de que es conductor de la electricidad debido a que sus partículas poseen características especiales que no se observan en los otros estados de agregación.

El plasma no tiene forma ni volumen definidos, pero se le puede encerrar en un contenedor. Por ejemplo, existe en los televisores con pantalla de plasma y en las lámparas fluorescentes, y en la Naturaleza, en nuestro planeta, se le puede encontrar en las auroras boreales y en los rayos; más allá, se le encuentra en las estrellas.



**Figura 1.11.** Las moléculas del agua tienen diferentes disposiciones según el estado de agregación en que se encuentren. a) Sólido, b) líquido, c) gaseoso.



**Figura 1.12.** En condiciones extremas solo la superficie de los cuerpos de agua se congela.

### Actividad experimental

**Propósito:** Identificar los estados de agregación de la materia.

**Material:** un vaso con agua, un plato con un cubo de hielo y una taza con agua caliente.

**Desarrollo:**

- Por equipos, con la guía del profesor, coloquen el material sobre una mesa.
- Realicen un análisis sensorial de las tres muestras: ¿A qué huelen? ¿A qué saben? ¿Qué temperatura tienen? ¿Cómo se ven?
- Observen y contesten las preguntas.

**Resultados y conclusiones:**

- Anoten sus resultados del análisis sensorial.
- ¿Qué diferencias evidentes existen entre los tres estados? Describanlas.
- ¿Hay alguna propiedad cualitativa que compartan los tres estados? ¿cuál?
- Dibujen en sus cuadernos cómo se encuentran las partículas en cada uno de los materiales.
- ¿En cuál de los tres ejemplos se mueven más rápido las partículas? Expliquen.
- Si las tres muestras se dejan reposar durante 15 minutos, ¿qué sucederá? Expliquen.
- Antes de realizar este experimento, ¿eran conscientes de los estados de agregación del agua? ¿Qué pensaban al respecto?
- Con la guía del profesor comparen las respuestas del equipo con las del resto del grupo.

Cierre

Marca con una ✓ el nivel de logro que alcanzaste.

#### Aprendizaje esperado

Clasifico diferentes materiales con base en su estado de agregación e identifico su relación con las condiciones físicas del medio.

- |                |          |  |
|----------------|----------|--|
| Nivel de logro | <b>C</b> | Me cuesta clasificar materiales y no identifico su relación con las condiciones físicas del medio. |
|                | <b>B</b> | Clasifico algunos materiales pero no identifico su relación con las condiciones físicas del medio. |
|                | <b>A</b> | Sí clasifico materiales e identifico su relación con las condiciones físicas del medio.            |

Con tu maestro resuelve los casos en que tus logros no sean los mejores.

## 2.2 Extensivas



**Figura 1.13.** Al describir una receta de cocina es conveniente medir la cantidad de sus ingredientes. ¿Podrías elaborar un platillo sin conocer la cantidad necesaria de cada ingrediente?

Imagina que quieres preparar una salsa que hace tu abuelita, conocida también como salsa de chile habanero. Su preparación toma diez minutos. Tu abuelita dice que se prepara con tres chiles habaneros de tamaño medio. Debes machacar los chiles y agregarles una pizca de sal hasta que se vean medio quebrados. Después añade un chorrito de jugo de naranja agria o jugo de limón natural y mézclalos. Hay que consumirla en poca cantidad, por gotas, pues la salsa puede resultar muy picosa (fig. 1.13).

Reflexiona:

- ¿Consideras que es importante conocer la cantidad que debes agregar de cada ingrediente? ¿Por qué?
- ¿Será necesario tener los instrumentos adecuados para medir los ingredientes que necesitas? ¿Por qué?
- ¿Una pizca es una cantidad exacta?

### La naturaleza de los materiales

Al igual que las propiedades cualitativas, existen otras propiedades físicas de los materiales que no podemos percibir con nuestros sentidos con tanta facilidad, tal es el caso de una pizca de sal (¿sabe alguien cuánto es una pizca de sal?), que son visibles y, sobre todo, que se pueden medir.

Imagina lo siguiente: alguien pone delante de ti dos frascos, uno lleno de mercurio y otro que contiene un litro de agua. En comparación con el frasco de agua, el de mercurio es muy pequeño. Si te preguntan: “¿Qué frasco pesa más?”, la respuesta obvia sería que el del agua. Pero si levantas el frasco de mercurio, comprobarás que pesa muchísimo, más que el del agua. Te preguntas cómo es posible, pero es así.

Un litro de agua ocupa más espacio que una cantidad equiparable de mercurio. Esto se debe a que las distancias entre partículas de agua son mayores que las existentes entre las partículas de mercurio. Sea como fuere, el espacio que ocupan ambos materiales puede medirse. La magnitud que se utiliza para medir el espacio que ocupan los cuerpos es el **volumen**. La unidad en que se mide el volumen está determinada por el **Sistema Internacional de Unidades (SI)**, y es la de metros cúbicos ( $m^3$ ), aunque de manera cotidiana se utilizan los litros, los mililitros, los galones y otras unidades de medida.

Sin aún no te has dado cuenta, en este punto has llegado a un conocimiento muy interesante: no solo has identificado que los materiales tienen volumen, sino que el volumen depende del tamaño de los materiales.

Al tipo de propiedades, como el volumen, que dependen del tamaño de los materiales, o de la cantidad de una sustancia, se les conoce como **propiedades extensivas** y, al igual que las cualitativas, ayudan a describir y ampliar las características propias de los materiales.

© Nueva México

Otra propiedad extensiva de gran importancia es la **masa**, que se define como la cantidad de materia que posee un cuerpo. Por tanto, cuanto más cantidad de materia tengamos, mayor será la masa de un cuerpo, y viceversa. La unidad que se utiliza para medir la masa también está establecida por el SI y es el kilogramo.

En ocasiones no es fácil percibir la masa de algunos materiales, como la de los gases. El aire, como la mezcla de gases que es, está compuesto en gran parte por nitrógeno y oxígeno, y posee masa, es decir, una cantidad determinada de materia en forma de moléculas de diversos gases.

En este punto, distinguir e identificar las propiedades extensivas ya no es tan sencillo como en el caso de las propiedades cualitativas. Por tanto, es necesario utilizar herramientas que nos permitan observar y medir de alguna manera la existencia de estas propiedades (fig. 1.14).

En el caso de la masa, el hombre ha utilizado las **balanzas**, las cuales determinan la cantidad de masa que hay en un material al compararla con otro material de masa establecida. Las balanzas son tan antiguas como las civilizaciones humanas. Los egipcios ya las ocupaban para la comercialización de productos o en la elaboración de remedios o pócimas. En la actualidad, las balanzas utilizadas son electrónicas y permiten medir cantidades tan pequeñas de masa como la que hay en un grano de arena.

Estas herramientas o instrumentos de medición han permitido enormes avances en el estudio de la materia y sus propiedades. Imagina lo importante que fue para la ciencia cuando en 1609 **Galileo Galilei** (1564-1642) utilizó el primer telescopio astronómico registrado en el mundo para observar la Luna, Júpiter y cuatro de sus lunas e infinidad de estrellas, lo cual derivó en una larga e intensa carrera por estudiar el Universo, sus astros y propiedades.



**Figura 1.14.** El vernier es un instrumento de medición, se utiliza para realizar mediciones de longitud de gran precisión. Con él puedes medir una tuerca, una semilla de ajonjolí o el espesor de tus uñas.

### Actividad experimental

**Propósito:** Por equipos identifiquen las propiedades extensivas masa y volumen.

**Material:** una piedra, un desarmador o llave, veinte granos de frijol, un vaso grande, una regla y un marcador.

**Desarrollo:**

- A lo largo del vaso, con una regla hagan marcas a igual distancia, de 1 a 20, donde 1 equivaldrá a 1 mililitro (1 ml), 2 a 2 ml y así sucesivamente.
- Llenen el vaso con agua hasta la marca de 15 mililitros.
- Después introduzcan el material, uno por uno, y observen cuánto asciende el nivel del agua. Pidan al profesor que verifique el procedimiento.

**Resultados y conclusiones:**

- Al introducir el objeto y desplazarse el agua, ¿qué es lo que se mide?
- ¿Los tres materiales ocupan el mismo volumen en los recipientes? Expliquen.
- ¿De qué depende que los materiales con igual peso ocupen diferente volumen?
- Con el profesor como moderador, comenten las observaciones de los equipos y concluyan en grupo.

© Nueva México

Marca con una ✓ el nivel de logro que alcanzaste

#### Aprendizaje esperado

Identifico las propiedades extensivas (masa y volumen) e intensivas (temperatura de fusión y de ebullición, viscosidad, densidad, solubilidad) de algunos materiales.

**C** Me cuesta identificar las propiedades extensivas e intensivas de algunos materiales.

**B** Puedo identificar algunas propiedades extensivas e intensivas de algunos materiales.

**A** Sí identifiqué las propiedades extensivas e intensivas de los materiales.

Con tu maestro resuelve los casos en que tus logros no sean los mejores.

## 2.3 Intensivas



**Figura 1.15.** El engrudo para elaborar una piñata aumenta su propiedad adherente al añadirle un poco de azúcar.

Son las fiestas decembrinas y como proyecto para la clase de Educación Artística debes llevar junto con tu equipo una piñata hecha con papel periódico. Nunca antes has hecho una piñata, pero sabes que debes utilizar como materiales una base de globo, en el cual pondrás pegamento y después irás añadiendo tiras de papel. Por lo general, como pegamento se utiliza engrudo; las tiras generalmente son de papel de China de colores. Por supuesto, no pueden faltar los dulces y las frutas dentro de la piñata. El problema es que no sabes cómo preparar el engrudo. Te han dicho que es necesario calentar agua hasta hervirla, agregar harina de maíz para espesar y un poco de azúcar para hacer más pegajosa la mezcla (fig. 1.15).

Reflexiona:

- ¿Por qué se necesita calentar la mezcla de agua, harina y azúcar?
- ¿Qué diferencia existe entre el atole y el engrudo, si los dos contienen los mismos ingredientes?
- Si agregaras sal en lugar de azúcar, ¿qué sucedería con las propiedades del engrudo?

### Lo que depende de la cantidad de materia

En la secuencia anterior vimos que las propiedades extensivas son aquellas que dependen de la cantidad de materia, y revisamos el volumen y la masa. Al contrario de estas, existe otro grupo de propiedades que no dependen de la cantidad de materia; se les conoce como **propiedades intensivas**.

Volviendo al inicio de esta secuencia, es hora de hacer el engrudo requerido para la piñata. Antes que nada debes poner a calentar agua, hasta el momento en que esta comience a hervir. Observarás que conforme la temperatura aumenta, la superficie del líquido se vuelve burbujeante y comienza a desprender vapor. Este punto se conoce como **punto de ebullición** y se define como la temperatura a la cual un líquido pasa a su estado gaseoso.

En comparación, si calientas un sólido, por ejemplo un trozo de cera, cuando comienza a derretirse se empieza a volver líquido. La temperatura a la cual se lleva a cabo ese cambio de fase se conoce como **punto de fusión**.

De acuerdo con lo anterior podemos decir que todos los líquidos tienen punto de ebullición y que todos los sólidos tienen punto de fusión.

La temperatura de fusión del hielo es de 0 °C; la temperatura de ebullición del agua es de 100 °C a nivel del mar. Un instrumento de medición utilizado para determinar el valor del punto de ebullición o de fusión es el termómetro. Seguro recordarás que cuando tienes fiebre te colocan un debajo del brazo para conocer cuál es tu temperatura corporal.

© Nueva México

### Fluir o no fluir

Hasta ahora ya calentaste el agua y es momento de agregarle harina de maíz y azúcar. A medida que vas agregando harina, la mezcla se vuelve más difícil de revolver, pues se va haciendo más espesa. Esta característica se relaciona mucho con una propiedad intensiva llamada **viscosidad**, que se define como la resistencia que opone un líquido a fluir, es decir, la viscosidad solo se manifiesta cuando un líquido está en movimiento (fig. 1.16).

Ahora imagina que quieres pasar el engrudo a otro recipiente. Si midieras el tiempo que tardas en hacerlo, te darías cuenta de que tardas mucho más que en pasar una cantidad semejante de agua de un recipiente a otro. Esto se debe a que la viscosidad del agua es mucho menor que la del engrudo. Por tanto, decimos que el engrudo se resiste más a fluir que el agua.

Ahora veamos otra propiedad intensiva. Pensemos en un vaso con 250 ml de agua (un cuarto de litro, que también puede expresarse como 250 cm<sup>3</sup>) y en una jarra con 1 000 ml de agua (es decir, un litro). Ambos recipientes contienen la misma sustancia, pero tienen volumen y masa diferentes, sin embargo, poseen una propiedad que no cambia: la **densidad**, simbolizada por la letra griega delta ( $\delta$ ), la cual indica la relación existente entre la cantidad de masa y el volumen que esta ocupa. Matemáticamente, esta relación se expresa de la siguiente manera:

$$\delta = \frac{\text{masa (kg)}}{\text{volumen (m}^3\text{)}}$$

Vale la pena mencionar que en el caso del agua se ha podido establecer que un litro pesa un kilogramo, es decir, 1 000 gramos. Por tanto, un mililitro de agua pesa 1 gramo. En el ejemplo que estamos manejando, que es la comparación entre 250 ml de agua y 1 000 ml de agua (un litro), la relación queda así:

$$\delta = \frac{250 \text{ g agua}}{250 \text{ ml agua}} = 1 \text{ g/ml}$$

$$\delta = \frac{1000 \text{ g agua}}{1000 \text{ ml agua}} = 1 \text{ g/ml}$$

Como puede comprobarse del resultado obtenido en ambas operaciones, la densidad de ambas muestras es la misma. De igual forma, podríamos ensayar con diversos volúmenes de agua y el resultado sería igual. Puede concluirse entonces que la densidad del agua siempre es la misma, pues no depende de la cantidad de líquido o materia que estemos manejando.

Con ensayos semejantes ha podido concluirse que la densidad es una propiedad intensiva de todos los materiales. La densidad de los sólidos y de los líquidos por lo general se expresa en g/cm<sup>3</sup> (recuerda que un 1 cm<sup>3</sup> equivale a 1 ml).

Veamos otro ejemplo. En la secuencia anterior, donde se expusieron las propiedades extensivas, vimos que un frasco pequeño contenía mercurio. Si alguien te dijera que el frasco donde está el mercurio es de 250 ml (cuyo peso es de 3 385 g, es decir, 3 kilos 385 gramos) y lo comparas con



**Figura 1.16.** Cuanto más viscosa es una sustancia, su resistencia a fluir aumenta. La miel es una sustancia con alta viscosidad.

### Conexión



Para saber más sobre el tema, en la videoteca escolar puedes encontrar:

*El mundo de la química. Volumen 2. La medición. Fundamento de la química. VideoSEP.*



los 1 000 ml de agua (que ahora sabemos que pesan 1 kilo), ¿qué muestra tiene más volumen? ¿Cuál tiene mayor masa? En efecto, el agua tiene mayor volumen, pero al intentar levantar el frasco de mercurio, comprobarás que tiene mucha mayor masa que el frasco de agua, pues pesa mucho más.

Para conocer la densidad del mercurio utilizamos la fórmula anterior:

$$\delta = \frac{\text{masa de mercurio}}{\text{volumen de mercurio}} = \frac{3\,385\text{ g}}{250\text{ ml}} = 13.54\text{ g/ml}$$

La densidad del agua ya la tenemos, pues esta no cambia. Por lo anterior, podemos decir que cada mililitro de mercurio tiene una masa de 13.54 g; en cambio, cada mililitro de agua pesa 1 g, por eso al cargarlos sentiste pesado el frasco de mercurio.

Ahora imagina que tienes agua caliente y le agregas café en polvo. Revuelves el café para disolverlo en el agua. Esta facilidad con que el café se disuelve en otra sustancia (agua) es lo que conocemos como solubilidad. Desde la perspectiva de la química, la **solubilidad** se define como la máxima cantidad de una sustancia (solute) que se puede disolver en otra sustancia (disolvente).

El agua es una sustancia con propiedades muy interesantes, entre ellas la solubilidad. En estado líquido el agua tiene la capacidad de disolver una gran cantidad de materiales, por ello se le conoce como el disolvente universal. Si quisieras disolver la máxima cantidad de azúcar posible en agua, tendrías que ir agregando azúcar poco a poco a un volumen de agua, hasta el punto en que ya no se pudiera disolver más, es decir, cuando observes granitos de azúcar en el agua que ya no desaparecen. En este punto has alcanzado la solubilidad de azúcar en agua.

El azúcar y el agua son una disolución de un sólido en un líquido. Pero también hay disoluciones de más de dos líquidos, en las que el disolvente es el componente que está presente en mayor proporción en la solución.

Ahora bien, supón que tienes la misma taza de agua caliente, solo que en lugar de café le agregas azúcar. Primero le pones una cucharada, agitas y observas que se ve un líquido aún transparente. Agregas otra cucharada y revuelves. Notas que el agua se sigue viendo transparente. Añades unas cucharadas más y mezclas, y en algún momento el azúcar ya no se disuelve y se asienta en el fondo de la taza. Esto quiere decir que el agua tiene un valor de solubilidad específico. Si calentaras el agua que ya contiene azúcar, verías que todavía es capaz de disolver un poco más de endulzante, es decir, su valor de solubilidad aumenta (fig. 1.17).

Según la solubilidad de las sustancias, las disoluciones se clasifican en:

- **Insaturadas.** Cuando el soluto es mucho menor que el valor de solubilidad del disolvente. Un ejemplo es la cucharada de azúcar en un vaso de agua, donde el agua se ve transparente.
- **Saturadas.** Cuando la cantidad de soluto es igual que el valor de su solubilidad. ¿Recuerdas el vaso con agua caliente y azúcar?



**Figura 1.17.** El refractómetro es un aparato que mide los sólidos totales que están disueltos en una sustancia. Con esta información podemos determinar el dulzor de las mismas.

© Nueva México

Luego de calentar el agua aumentó su grado de solubilidad y pudiste disolver un poco más de azúcar antes de que el agua dejara de ser transparente. Pero si seguiste añadiendo azúcar, esta ya no pudo disolverse y se depositó en el fondo del recipiente.

- **Sobresaturada.** Cuando la cantidad de soluto es mayor que el valor de su solubilidad. Esto lo puedes observar porque el soluto se deposita en el fondo del recipiente. Para preparar una disolución sobresaturada, se calienta la disolución saturada y poco a poco se añade más soluto. Las mermeladas son un ejemplo de solución sobresaturada.

Para medir la densidad, la viscosidad y la solubilidad se han desarrollado numerosos aparatos que permiten obtener estos datos y comparar estas propiedades entre diferentes tipos de materiales.

Para concluir, cabe reflexionar sobre el motivo por el cual los científicos no se conforman con analizar las propiedades cualitativas de los materiales, que son las que cualquiera puede percibir a través de los sentidos. Una de las razones para no hacerlo es que no se pueden medir, o que su descripción depende de la apreciación de quien las percibe, y no todos percibimos lo mismo.

Por esta razón los científicos, al hacer uso de las propiedades extensivas e intensivas, y auxiliados por los instrumentos que aumentan la percepción de nuestros sentidos y que permiten medir estas características, pueden comparar las propiedades de los materiales, y con ello generar conocimiento que después puede ser aplicado en beneficio de la humanidad.

### Actividad experimental

**Propósito:** Identificar las propiedades intensivas: temperatura de fusión y ebullición, viscosidad, densidad y solubilidad.

**Material:** Agua, miel, acetona y gel para el cabello.

**Desarrollo:**

- Por equipos vacíen cada material a un vaso que tengan a la mano.
- Investiguen en libros de química, revistas especializadas o páginas de Internet de instituciones reconocidas (por ejemplo de universidades), cuál es el punto de fusión y de ebullición de cada material. Anoten los resultados en la bitácora.

**Resultados y conclusiones:**

- Al vaciar los materiales, ¿pueden determinar cuánto más viscoso es uno de otro? ¿Pueden medir el grado de viscosidad? Discútanlo.
- Al diluir los materiales, ¿qué sucede? ¿Es posible conseguir disoluciones saturadas y sobresaturadas? ¿Qué les indica esto?
- A partir de los datos investigados, ¿qué material se evaporará primero? ¿Cuál sería el más rápido de enfriar? ¿Y de calentar?
- ¿En cuál de esos materiales podrían disolver azúcar? ¿Por qué?

Con el profesor como moderador, discutan los resultados del equipo y compárenlos con los del grupo. Concluyan.

© Nueva México

### Ciencia a la mano



En una disolución saturada de alguna sal basta con que generemos algún tipo de perturbación para que se cristalice. Si disuelves sal de mesa en agua hasta que ya no se pueda disolver más, la calientas un poco, la dejas reposar hasta que tenga temperatura ambiente y luego le das unos golpecitos con una cuchara, observarás que se inicia la formación de cristales diminutos de todos los colores del arcoíris. Esta propiedad se aprovecha en las bolsas térmicas instantáneas que contienen una disolución de acetato de sodio sobresaturada que al cristalizarse tiene la increíble propiedad de emitir calor.

Marca con una ✓ el nivel de logro que alcanzaste

#### Aprendizaje esperado

Identifico las propiedades extensivas (masa y volumen) e intensivas (temperatura de fusión y de ebullición, viscosidad, densidad, solubilidad) de algunos materiales.

- |                |   |  |
|----------------|---|--|
| Nivel de logro | C | Me cuesta identificar las propiedades extensivas e intensivas de algunos materiales. |
|                | B | Puedo identificar algunas propiedades extensivas e intensivas de algunos materiales. |
|                | A | Sí identifico las propiedades extensivas e intensivas de los materiales.             |

Con tu maestro resuelve los casos en que tus logros no sean los mejores.

Marca con una ✓ el nivel de logro que alcanzaste

#### Aprendizaje esperado

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

- |                |   |  |
|----------------|---|--|
| Nivel de logro | C | No puedo explicar la importancia de los instrumentos de medición para ampliar la capacidad de los sentidos.  |
|                | B | Puedo explicar la importancia de algunos instrumentos de medición para ampliar la capacidad de los sentidos. |
|                | A | Sí explico la importancia de los instrumentos de medición para ampliar la capacidad de los sentidos.         |

Con tu maestro resuelve los casos en que tus logros no sean los mejores.

Cierre

## 3.1 Homogéneas y heterogéneas

Muchas personas empiezan el día con una taza de café caliente. Dependiendo de las costumbres, esta bebida se toma de distintas formas. Por ejemplo, en zonas rurales de nuestro país sigue siendo muy popular el café de olla, que consiste en una mezcla de canela, agua, café y piloncillo, mientras que en las grandes ciudades el café americano suele ser la elección, el cual consiste en pasar agua muy caliente a través de un filtro de papel con granos de café molidos.

En países como Cuba o Francia se suele preferir el café expreso, que se prepara haciendo pasar agua caliente a presión a través de un filtro metálico que contiene café finamente molido, con lo que se obtiene una bebida con un sabor muy intenso y amargo.

Todos estos métodos de preparación, además de otras sustancias que se pueden agregar, como leche, canela, azúcar, etcétera, dan como resultado una gran variedad de sabores y propiedades que varían según la cantidad y el tipo de café utilizado (fig. 1.18). Reflexiona:

- ¿Cómo podrías identificar los componentes de un café de olla recién servido?
- Cuando terminas tu café, en el fondo de la taza a veces quedan residuos oscuros. ¿De qué están compuestos?
- ¿Son una disolución insaturada, saturada o sobresaturada? ¿Por qué?



**Figura 1.18.** Los granos de café son tostados y molidos, lo que les confiere ciertas características organolépticas (sabor, textura, olor, color) al ser preparados como bebida.

A partir del café, de su concentración y de sus otros componentes como la leche, la canela, el azúcar o el piloncillo, obtenemos una gran variedad de bebidas que nos ayudan a iniciar el día, a mantenernos activos (por la cafeína que contiene el café, un estimulante natural), y claro, a pasar un buen momento disfrutando de su extraordinario sabor y olor.

En química, sustancias como el café que bebemos son consideradas una **mezcla**, ya que incorporan más de una sustancia sin combinarse químicamente, es decir, cada uno de sus componentes (azúcar, café, agua) mantienen su identidad y propiedades químicas; dicho de otro modo, en una mezcla no existen reacciones químicas que den como resultado la producción de nuevas sustancias.

Por ejemplo, la sangre es una mezcla formada por agua, glóbulos rojos, glóbulos blancos y plaquetas. A través de ella circulan vitaminas, hormonas, proteínas, grasas, azúcares, etcétera. Cuando varía alguna cantidad de estos componentes, la salud de las personas se ve afectada y pueden llegar a enfermar gravemente.

© Nueva México

## Física o química

Aun cuando las propiedades químicas de las sustancias que forman una mezcla se mantienen constantes, sus propiedades físicas sí varían. Pero esto no nos dice demasiado si no sabemos a qué nos referimos al mencionar estas propiedades. Por tanto, será necesario que experimentemos un poco.

## Actividad experimental

**Advertencia:** Como en este experimento utilizarás una fuente de energía, se recomienda que lo lleves a cabo con la supervisión de tu profesor. Puedes efectuar esta actividad como se indica si tu escuela cuenta con un laboratorio. Si no es el caso, consulta con tu profesor si pueden realizarla en el salón, y de qué forma.

**Propósito:** Identificar la diferencia entre un cambio temporal y uno permanente.

**Material:**

- Tubo de ensayo
- Vidrio de reloj
- 2 pinzas
- Papel
- Cerillos o encendedor
- Fuente de energía (mechero Bunsen, lámpara de alcohol, etcétera)

**Desarrollo:****Experimento 1.**

1. Por equipos, tomen el tubo de ensayo con una de las pinzas y llénelo hasta la mitad con agua de la llave (fig. 1.19).
2. Con la fuente de energía, calienten el tubo hasta que su contenido hierva.
3. Con las otras pinzas, mantengan el vidrio de reloj sobre el tubo de ensayo.

**Experimento 2.**

1. Tomen el papel con una de las pinzas
2. Préndanle fuego

**Resultados y conclusiones:**

- Anoten todas sus observaciones en una bitácora, después respondan las preguntas.
- ¿Qué observaron en los experimentos 1 y 2?
- ¿De qué está hecho el vapor que se generó en el tubo de ensayo y qué se condensó en el vidrio de reloj?
- ¿Cómo clasifican el experimento 1, como cambio temporal o permanente?
- ¿Qué obtuvieron después de quemar el papel? ¿Consideran que se trata de un cambio temporal o permanente? ¿Por qué?

Con la guía del profesor comparen sus respuestas con las de los otros equipos. Den más ejemplos sobre los cambios físicos y químicos. Obtengan una conclusión grupal y anótenla en el pizarrón.



**Figura 1.19.** ¡Cuidado! En este experimento es importante no tomar el tubo de ensayo con las manos, pues está muy caliente.

© Nueva México

Cuando la transformación de un material es permanente y tiene como resultado el cambio en su estructura y composición, decimos que se generó un **cambio químico**. Esto lo podemos apreciar por la aparición de nuevas sustancias que tendrán propiedades distintas de las originales; tal es el caso del papel quemado en el experimento 2.



**Figura 1.20.** En la Naturaleza podemos encontrar agua en estado sólido, líquido y gaseoso a la vez: sus propiedades son distintas, pero su composición es la misma.

Un ejemplo de este cambio se da cuando haces el desayuno. Imagina que estás preparando huevos revueltos con tu mamá. En un principio el huevo es pegajoso y medio líquido, pero cuando lo pones en la sartén se vuelve sólido y esponjoso. ¿Alguna vez has intentado regresar los huevos revueltos a su primera forma? ¿Te parece posible?

Por otro lado, cuando un material experimenta transformaciones que no afectan su estructura y composición, decimos que sufrió un **cambio físico**, lo cual podemos corroborar cuando los productos de la transformación son los mismos que las sustancias originales. ¿Recuerdas el ciclo del agua que estudiaste en tus clases de biología? Este es un ejemplo de un cambio físico, pues a temperatura ambiente el agua es líquida, pero al bajar su temperatura y llegar a los 0 °C se solidifica; mientras que si la temperatura alcanza los 100 °C se evapora y cambia su estado de agregación. Sin embargo, en todos estos cambios el agua sigue siendo agua (fig. 1.20).

### Mezclas

Seguramente has clasificado muchas cosas en tu vida, por ejemplo tu ropa o las películas que te gustan; o has hecho alguna clasificación como parte de alguna tarea escolar. También habrás visto otras clasificaciones, por citar un caso, en los supermercados las mercancías están clasificadas según sus características generales, en productos de farmacia, artículos para el hogar, alimentos y demás, y dentro de estas grandes divisiones hay otras subclasificaciones: verduras, carnes, panadería, lácteos, etc. De igual forma, los automóviles están clasificados según su tipo y características, en las que interviene el uso que se les da y la potencia de su motor, por citar un par de ejemplos.

En ciencia, los biólogos clasifican a los seres vivos en grandes grupos de organismos que comparten características semejantes.

Las clasificaciones tienen el propósito de facilitar la organización de lo que se clasifica, sean objetos u organismos, pero de ninguna manera son inamovibles, tan solo porque cada persona podría inventar su propia clasificación para organizar un grupo de objetos, organismos o información.

En ciencia, existen acuerdos internacionales que ayudan a mantener una clasificación universal de los materiales, motivo por el cual los científicos de todo el mundo pueden comunicarse de forma fluida con otros científicos y hablar de lo mismo, con los mismos parámetros, por citar un caso, de medición.

Las clasificaciones en el supermercado, por ejemplo, permiten reunir objetos que sin embargo conservan su individualidad. Algo semejante sucede con las mezclas, cuyos constituyentes a veces pueden percibirse: las **fases** son las porciones de una mezcla observables a simple vista y donde las propiedades físicas y químicas de sus constituyentes permanecen constantes. Cuando una mezcla no presenta fases, decimos que se trata de una mezcla **homogénea**; mientras que si presenta más de una fase, nos hallamos ante una mezcla **heterogénea** (fig. 1.21).

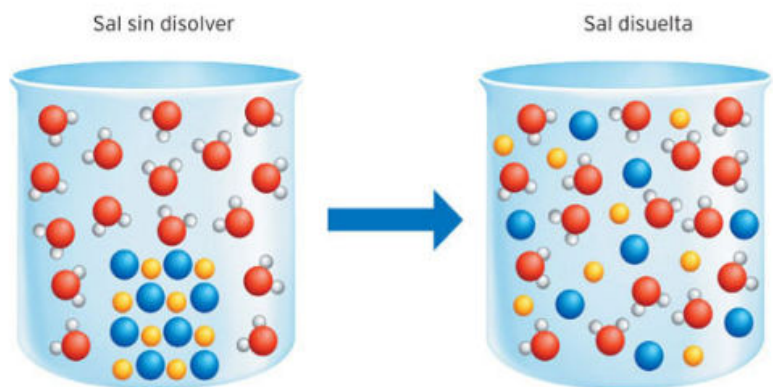


**Figura 1.21.** ¿Cuántos componentes logras distinguir? ¿Se trata de una mezcla homogénea o de una heterogénea?

Para entender mejor estos conceptos veamos algunos casos: si mezclamos agua y aceite dentro de un recipiente y agitamos, no ocurrirá ningún cambio químico sino que tendremos una mezcla. Sin embargo, si dejamos reposar esta mezcla lo suficiente, el agua se mantendrá en la parte inferior del recipiente y el aceite en la superior (fig. 1.22).

Esto se debe a la densidad de ambos líquidos: la del agua es mayor que la del aceite, por tanto, el aceite flota sobre el agua generando dos fases bien definidas con propiedades físicas y químicas constantes. De esta mezcla de agua y aceite decimos que es una de dos fases, por tanto, es una mezcla heterogénea.

Un ejemplo de mezcla homogénea es el agua con sal de mesa (cuya fórmula química es NaCl), claro está, una vez que la sal se agita para disolverla, pues si solo incorporamos la sal al agua contenida en un recipiente, probablemente los granos de sal quedarán en el fondo del recipiente, con lo que existirán dos fases: la que forma la sal y la que forma el agua (fig. 1.23).



**Figura 1.22.** Fases formadas por el agua y el aceite.

**Figura 1.23.** Es necesario disolver la sal para obtener una mezcla homogénea.

Cuando agitamos los granos de sal en el agua, mezclándolos, la sal se disuelve y “desaparece” en el líquido. Así podemos concluir que al disolver sal de mesa en agua, el resultado será una mezcla homogénea.

Vayamos más lejos: ¿Te parece que el agua de mar es una mezcla homogénea? ¿Puedes distinguir la sal disuelta en el agua de mar?

A las mezclas homogéneas también se les llama disoluciones. Una **disolución** es una mezcla que es igual en todas sus partes, es decir, es homogénea; en este caso, sus partes también son llamadas soluto y disolvente. Recuerda que el soluto es aquel que se disuelve y que se encuentra en menor proporción en una mezcla, mientras que el disolvente se encuentra en mayor proporción.

Lo primero que debes saber para hacer una mezcla homogénea es si el soluto se disuelve en el disolvente; dicho de otra manera, si el soluto es soluble. Cada sustancia tiene una solubilidad que depende de la cantidad de disolvente y de la temperatura. Si aumentamos la cantidad de disolvente, aumentará la cantidad de soluto que puede disolverse; de igual forma, si aumentamos la temperatura, por lo general aumentará la solubilidad.

### Conexión

Si deseas conocer más sobre mezclas ingresa en:

[depa.fquim.unam.mx/representaciones/suspensiones.html](http://depa.fquim.unam.mx/representaciones/suspensiones.html)

(Fecha de consulta: 19 de octubre de 2016.)

Como ya vimos, para una cantidad de disolvente y una temperatura constante, podemos tener tres tipos de disolución: cuando el soluto se encuentra en una cantidad menor a su solubilidad, decimos que la disolución es insaturada o no saturada; si la disolución tiene el máximo de soluto que se puede disolver, entonces se encuentra saturada.

Del mismo modo, si la disolución tiene mayor cantidad del soluto que puede disolverse, deja de ser una mezcla homogénea o disolución y se convierte en una heterogénea, compuesta de dos fases: la disolución saturada y el soluto que ya no se puede disolver; se dice también que es una mezcla sobresaturada.

### Actividad

Formen parejas y analicen lo siguiente.

- Un aderezo para ensaladas se elabora con vinagre, aceite, hierbas, sal, pimienta y ajo molido. Discutan: hablando de mezclas, ¿qué solutos o disolventes hay en el aderezo?

Con ayuda de su profesor, un representante de cada equipo pase al pizarrón y anote la clasificación que hicieron. Comparen sus resultados. Discutan las diferencias. Concluyan.

### Coloides: caso engañoso

En general estamos acostumbrados a creer en lo que vemos, pero la vista no siempre es la mejor opción si queremos entender el mundo de las mezclas. Existe una clase de mezclas heterogéneas llamadas coloides, que a simple vista no presentan fases definidas, de manera que a simple vista tendríamos que clasificarlas como homogéneas.

En realidad, los coloides están formados por pequeñas partículas insolubles, mezcladas en un disolvente. Estas partículas pueden ser tan pequeñas que no logramos verlas, por lo que la mezcla parece ser homogénea, cuando en realidad se trata de una heterogénea (fig. 1.24).

### Concentración de una mezcla

Ya sabes que llamamos disolución a una mezcla homogénea de un soluto y un disolvente. Ahora imagina que agregas 20 g de azúcar a 250 ml de agua. El soluto es el azúcar, mientras que el disolvente es el agua. Al sumar las cantidades tenemos que la disolución equivale a 270 g. De lo anterior podemos decir que la cantidad de soluto que está presente en un volumen de disolución es lo que conocemos como **concentración** de una mezcla. Con las siguientes ecuaciones se puede conocer la concentración de una disolución mediante el porcentaje en masa y el porcentaje en volumen:

$$\% \text{ en masa} = \frac{\text{masa del soluto (g)}}{\text{masa de la disolución (g)}} \times 100$$

$$\% \text{ en volumen} = \frac{\text{volumen del soluto (ml)}}{\text{volumen de la disolución (ml)}} \times 100$$



Figura 1.24. La crema batida es un coloide. Las pequeñas partículas de gas no se pueden disolver y quedan atrapadas en la crema.

© Nueva México

Si observas con atención las dos ecuaciones notarás que el porcentaje en masa mide la masa del soluto entre la masa de la disolución; en este caso las masas están expresadas en gramos. Por lo contrario, en el porcentaje en volumen se relaciona el volumen tanto del soluto como el de la disolución, y ambas cifras están expresadas en mililitros.

Al sustituir los datos del ejemplo anterior para obtener el porcentaje en masa obtenemos lo siguiente:

$$\% \text{ en masa} = \frac{20 \text{ g de azúcar}}{270 \text{ g de disolución}} \times 100 = 7.4074\%$$

¿Qué significa lo anterior? Que si tomaras una cucharada grande de la disolución de azúcar y agua y midieras su porcentaje en masa obtendrías el valor 7.4074%. Y si en lugar de una cucharada tomaras ocho juntas y analizaras su concentración, obtendrías el mismo valor, 7.4074%, es decir, la relación masa/masa se mantiene en toda la disolución sin importar la cantidad de muestra que extraigas. Las unidades de esta ecuación pueden expresarse en cifras porcentuales, decimales o en partes por millón (ppm).

Como podrás intuir, cuando el soluto es un líquido, es más conveniente expresar la concentración de la disolución como porcentaje en volumen, y para obtenerla se realiza una operación semejante a la que ya vimos.

### Actividad

La cocina es uno de los lugares en que podemos encontrar una gran variedad de mezclas. Su semejanza con los laboratorios de química es tan grande que en algunas universidades reconocidas mundialmente, como el MIT (*Massachusetts Institute of Technology, Instituto Tecnológico de Massachusetts*), durante los primeros semestres de licenciatura se enseña química haciendo uso de la cocina y sus procesos.

De modo individual, busquen en la cocina de sus hogares alguna de las mezclas que hemos estudiado en esta sección. Reúnanlas y clasifíquenlas.

- En su bitácora, anoten qué mezclas encontraron y sus características.
- Determinen cuáles de esas características los llevaron a elegir las y a clasificarlas como lo hicieron.
- Analicen el diagrama de la figura 1.25 con la clasificación de las mezclas homogéneas y heterogéneas. En su bitácora reproduzcan el esquema e incluyan las disoluciones saturadas e insaturadas y los coloides, y definan con sus palabras cada término.



Figura 1.25. Clasificación de las mezclas.

Con la guía del profesor expongan en el salón de clase sus resultados. Al finalizar, comparen sus datos con los del resto del grupo y elaboren una conclusión.

© Nueva México

### Conexión

Si deseas aprender química observando lo que sucede en la cocina, te recomendamos visitar:

[bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen2/ciencia3/093/html/laquimic.html](http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen2/ciencia3/093/html/laquimic.html)

(Fecha de consulta: 19 de octubre de 2016.)

Marca con una ✓ el nivel de logro que alcanzaste

#### Aprendizaje esperado

Identifico los componentes de las mezclas y las clasifico en homogéneas y heterogéneas.

- |                |   |   |
|----------------|---|---|
| Nivel de logro | C | Me cuesta identificar los componentes de las mezclas y no puedo clasificarlas en homogéneas y heterogéneas. |
|                | B | Identifico los componentes de las mezclas, pero no puedo clasificarlas en homogéneas y heterogéneas.        |
|                | A | Si identifico los componentes de las mezclas y las clasifico en homogéneas y heterogéneas.                  |

Con tu maestro resuelve los casos en que tus logros no sean los mejores.

Marca con una ✓ el nivel de logro que alcanzaste

#### Aprendizaje esperado

Identifico la relación entre la variación de la concentración de una mezcla (porcentaje en masa y volumen) y sus propiedades.

- |                |   |   |
|----------------|---|---|
| Nivel de logro | C | Me cuesta identificar la relación entre la concentración y las propiedades de una mezcla.         |
|                | B | Identifico solo algunas relaciones entre la concentración y las propiedades de las mezclas.       |
|                | A | Si identifico la relación entre la variación de la concentración de una mezcla y sus propiedades. |

Con tu maestro resuelve los casos en que tus logros no sean los mejores.

Cierre

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

En Oaxaca se elabora una bebida alcohólica llamada mezcal. Se le conoce así porque es el nombre común de algunas especies de maguey o agave. El mezcal se fabrica con la piña o corazón del agave. En un agujero de tres metros de profundidad en el suelo, se llena de rocas volcánicas y se colocan las piñas para después cubrir las con pencas de la planta.

Al cabo de tres días, ya están cocidas. Su sabor es muy dulce, similar al camote. Posteriormente, se machacan y se ponen a fermentar en una tina de madera, esto les da un sabor amargo debido al alcohol que se produce. Para obtener ese alcohol (etanol), se ponen a hervir las piñas, el vapor pasa por un tubo frío haciendo que se condense para obtener el mezcal destilado como lo conocemos.

Al acto de separar estas sustancias por medio de tales métodos, en este caso la destilación, se le llama purificación, ya que al aplicar repetidamente esta técnica se logra separar cada vez más el alcohol del resto de las sustancias que lo acompañan (fig. 1.26). Reflexiona:

- ¿Cuál es el producto que se obtiene al final de todo el proceso?
- ¿Cuál es la propiedad física que se necesita conocer para obtenerlo?
- ¿Qué métodos utilizas en tu vida cotidiana para separar una mezcla y obtener algún beneficio?

En la Naturaleza generalmente encontramos las sustancias químicas como mezclas; por ejemplo el NaCl, o sal común, es una sustancia pura que utilizamos constantemente en la cocina para sazonar nuestros alimentos, pero de manera natural se encuentra como parte del agua de mar.

Otros casos son el azúcar, que es un componente de la caña de azúcar y la remolacha; la gasolina, que es parte del petróleo; el flúor, que es un componente de un mineral llamado fluorita; y el alcohol, que es una sustancia generada en un proceso natural llamado fermentación.

La historia de la química ha estado estrechamente ligada a la búsqueda de las sustancias puras que forman los materiales, y dentro de esa búsqueda se generaron una gran variedad de métodos que nos han permitido separar las mezclas en sustancias puras. Veamos algunos de ellos.

#### Destilación

Los métodos de separación más comunes se basan en aprovechar las diferencias que existen entre las propiedades físicas de las sustancias; la destilación es uno de ellos. Por ejemplo, el agua tiene un punto de ebullición de 100 °C a nivel del mar, mientras que el alcohol etílico o etanol, como el que se encuentra en el mezcal, tiene un punto de ebullición de 78 °C.

Supón que quieres obtener mezcal. Líneas arriba se mencionó que primero se tiene la piña fermentada. ¿Qué sigue? Tomemos en cuenta que tenemos una mezcla de varias sustancias: agua, azúcares, etanol, etcétera.



Figura 1.26. Mediante la destilación, el corazón del agave da origen al mezcal.

Lo que nos interesa es el etanol, por ello es necesario conocer su temperatura de ebullición (ya se dijo que es de 78 °C). Lo que debemos hacer es calentar la mezcla original a 78 °C para evaporar únicamente el etanol. De esta manera podemos separar el alcohol del resto de los componentes.

La **destilación** aprovecha el punto de ebullición de las sustancias para separarlas de una mezcla. Para este proceso hoy se utilizan instrumentos de vidrio, los cuales permiten separar varias sustancias cuyos puntos de ebullición difieren en tan solo cinco grados Celsius. Sobra decir que si solo nos interesa purificar la sustancia con mayor punto de ebullición, no hará falta uno de estos artefactos y la evaporación será más que suficiente.

#### Filtración y decantación

Uno de los métodos de separación más comunes y difundidos es la **filtración**. ¿Has visto como filtran el zumo del jugo de naranja, el café en la cafetera, las bolsitas de té de manzanilla, los jugos del tomate, el chile y el ajo cuando se prepara una salsa verde?

Este método también es utilizado en la química para separar mezclas heterogéneas, cuando los sólidos se encuentran suspendidos en una disolución. Para ello se utilizan filtros con poros muy pequeños, por donde pasan sustancias más pequeñas y se retienen las más grandes (fig. 1.27).

La filtración aprovecha la solubilidad de las sustancias, pues con ello puedes solubilizar un sólido, después filtrarlo y por último evaporarlo. Por ejemplo, imagina que tienes una mezcla de arena y sal de mesa, que se ve como polvo amarillento en un recipiente. Para separar la sal de mesa necesitas saber que esta es soluble en agua y la arena no. Por tanto, puedes agregar agua a la mezcla y agitar. Después filtra la mezcla y por último evapora el agua; al final te quedará la sal pegada en el recipiente.

La **decantación** es aún más simple. Este método mecánico aprovecha las diferencias de densidad para separar sustancias de una mezcla heterogénea. Por ejemplo, si tuvieras un vaso con una mezcla de agua y arena bastará con esperar a que la arena se acumule en el fondo del vaso para después recuperar el agua.

En los laboratorios este método es muy útil para separar un líquido de un sólido o una mezcla heterogénea de líquidos, como agua y aceite. Para ello se utiliza un embudo de decantación, el cual es un recipiente de vidrio con una salida angosta en vertical donde se puede modular la salida de líquidos por medio de una llave (fig. 1.28).

Hasta ahora hemos visto que los métodos de separación nos permiten obtener una gran cantidad de materiales de la Naturaleza que se encuentran originalmente como mezclas y que son fundamentales para nuestra vida cotidiana. Sigamos descubriendo más.

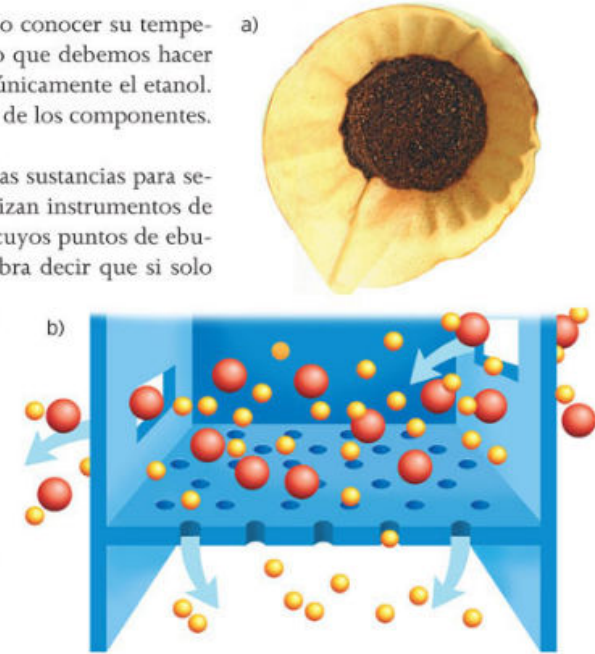


Figura 1.27. a) Filtro para café; b) el agua y el café molido se mezclan; en el filtro se retiene la mayor parte de sólidos; lo que pasa a través del filtro ya es el café para beber.



Figura 1.28. La decantación es un método de separación muy usado en actividades cotidianas.

## Cromatografía

Esta palabra deriva de la palabra griega *khromatos*, que significa “color”, y de *graphia*, que significa “escritura”. La cromatografía se utiliza, entre otras cosas, para separar pigmentos vegetales.



Figura 1.29. Una cromatoplaqueta muestra los componentes de una mezcla después de la separación.

### Actividad experimental

**Propósito:** Conocer el principio de la cromatografía en papel.

**Material:**

- Papel filtro
- Plumones de agua de varios colores
- Agua
- Vaso de boca ancha

**Desarrollo:**

1. Por equipos, con la supervisión del profesor, corten el papel filtro en tiras para formar rectángulos de aproximadamente 2 cm de base por 10 cm de altura.
2. Midan 3 cm y tracen una línea con lápiz a esta altura.
3. Sobre la línea pinten un punto grueso con un plumón. El punto debe estar muy marcado para que el papel tenga bastante tinta.
4. Añadan agua en el vaso hasta cubrir una altura de 2 cm.
5. Introduzcan la tira de papel marcado con plumón dentro del vaso, con el punto cerca del agua (fig. 1.29).
6. Repitan el procedimiento para el resto de los plumones.
7. Asegúrense de que el papel no se calga y que el agua no toque directamente la tinta.
8. Esperen un tiempo y observen.

**Resultados y conclusiones:**

- Anoten en su bitácora todo lo que observen.
- ¿Cuántos colores tiene cada plumón? Entonces, ¿de qué está formada la mezcla?
- ¿Qué propiedad física se utiliza para separar la mezcla de colores?
- ¿Consideran que la tinta de los plumones es una mezcla homogénea o heterogénea?

Con la guía del profesor comparen sus respuestas con las del resto del grupo. Concluyan.

Ahora expliquemos este método. ¿Notaste cómo asciende el agua y arrastra la tinta a través del papel filtro? La mezcla que se desea separar se hace pasar a través del papel filtro, llamada **fase estacionaria**, y es impulsada por el agua, conocida como **fase móvil**.

Cuando el agua arrastra la mezcla, sus distintos componentes interactúan en mayor o menor medida con el papel filtro, dando como resultado que cada uno avance a distintas velocidades y que se separen. Este fenómeno ocurre gracias a la **adhesión** y a la **cohesión** de los componentes.

A este método lo conocemos como cromatografía en papel y es la más sencilla de todas las conocidas. Hoy existe una gran variedad de técnicas cromatográficas, pero todas comparten el mismo principio, que consiste en una fase móvil, que puede ser un gas o un líquido, y una fase estacionaria, que normalmente es un sólido u otro líquido.

© Nueva México

## Glosario

**adhesión.** Es una propiedad de la materia que mantiene unidas dos superficies de la misma o distintas sustancias cuando están en contacto.

**cohesión.** Es la fuerza que mantiene unidas a las moléculas.

Los métodos de separación han sido de enorme utilidad para la vida cotidiana de cualquier ser humano. No sólo nos permiten separar mezclas para obtener sustancias cada vez más puras, también nos ayudan a identificar la naturaleza de las sustancias y sus propiedades químicas y físicas, que son cuestiones de gran interés para la química.

Ilustremos lo anterior con los metales. Por lo general estos se encuentran combinados con otros átomos formando minerales, los cuales son de interés para la industria cuando se purifican sus componentes. Por esta razón se han generado diversos métodos de separación mediante los que se obtienen los metales en su estado elemental para ser utilizados en múltiples aplicaciones, por ejemplo, para construir fuselajes de aviones, automóviles, herramientas, grúas, barcos e infinidad de productos.

De igual forma, los métodos de separación pueden ser de gran importancia si pensamos en el consumo de agua. Esta se puede encontrar contaminada y ser muy escasa; en tal caso, generalmente se aplican métodos de separación que ayuden a eliminar residuos tóxicos y así purificarla hasta convertirla otra vez en agua potable.

En cuanto a reutilizar se refiere, estos métodos son ampliamente utilizados para separar los materiales de desechos de sustancias hasta purificarlas y que puedan ser reutilizadas para formar nuevos productos.

Si observas los procesos y productos que tienes a tu alrededor, de seguro detectarás el método de separación que se utilizó para obtener ese recurso, con lo que sin duda se facilita algún aspecto de nuestra vida cotidiana.

### Actividad experimental

**Propósito:** Aplicar los conocimientos de las propiedades físicas de las sustancias para saber el método de separación más apropiado ante un caso específico.

**Desarrollo:**

Reúnanse en parejas y propongan el método de separación que utilizarían para obtener cada una de las sustancias a partir de las siguientes mezclas:

- Agua, aceite y vinagre
- Arena y tierra
- Alcohol y agua
- Humo

Expliquen en su bitácora qué propiedades físicas tuvieron en cuenta para elegir el método de separación.

**Resultados y conclusiones:**

- ¿Qué propiedades físicas tomaron en cuenta en cada caso?
- ¿Qué métodos de separación propusieron?
- ¿Cómo pueden saber si el humo es una mezcla homogénea o heterogénea?
- Con el profesor como moderador, muestren sus resultados al resto del grupo; acuerden cuáles son los métodos de separación idóneos en los casos analizados.

© Nueva México

## Yo decido

Los métodos de separación pueden ser muy útiles para purificar parcialmente el agua estancada. Por medio de distintos filtros constituidos de grava, algodón y arena, puedes construir tu propio filtro de agua para obtener agua cristalina, mas no potable.

Revisa la siguiente página y aplica tus conocimientos sobre métodos de separación:

[http://www.bvsde.paho.org/bvsde\\_escuelas/fulltext/entornosdocente/unidad2.pdf](http://www.bvsde.paho.org/bvsde_escuelas/fulltext/entornosdocente/unidad2.pdf)

(Fecha de consulta: 19 de octubre de 2016.)

Cierre

Marca con una ✓ el nivel de logro que alcanzaste.

### Aprendizaje esperado

Deduzco métodos de separación de mezclas con base en las propiedades físicas de sus componentes.

- |                |   |   |
|----------------|---|---|
| Nivel de logro | C | Me cuesta deducir métodos de separación de mezclas según las propiedades de sus componentes.        |
|                | B | Puedo deducir algunos métodos de separación de mezclas según las propiedades de sus componentes.    |
|                | A | Sí deduzco métodos de separación de mezclas con base en las propiedades físicas de sus componentes. |

Con tu maestro resuelve los casos en que tus logros no sean los mejores.

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

## Inicio

**Figura 1.30.** La contaminación es producto de la actividad humana, como la industria o el uso excesivo de los medios de transporte a base de gasolina.



### 4.1 Toma de decisiones relacionada con: contaminación de una mezcla

Es momento de realizar al aire libre un bonito día de campo familiar. Es tiempo de asar la carne y las verduras; encienden el carbón en el brasero con un poco de papel y poco a poco el fuego comienza a ganar fuerza.

Al quemar los trozos de carbón puedes observar cómo desprende humo, que procuras no oler pero que alcanza a picarte la nariz y a irritarte los ojos. Al poco rato el humo se hace menos denso y puedes ver cómo se pierde a medida que se eleva al cielo. Pasas una tarde espectacular y regresas a casa muy cansado, pero una idea te asalta de pronto: recuerdas el humo de la fogata y también el que salía del camión, y piensas en qué tan bueno para tu salud sería si todos esos humos estuvieran ahora en tu cuarto y no pudieras verlos, pero sí respirarlos. Reflexiona:

- Con tus propias palabras describe que es la contaminación ambiental.
- ¿Qué tan consciente eres de la contaminación del aire y de qué manera contribuyen a ella tus actividades?
- Enumera otros tipos de contaminación ambiental.

#### La contaminación del aire

El aire que respiras, esa sustancia invisible sobre la superficie de la Tierra, es una mezcla de gases aunque no lo parezca. Algunos de sus componentes más abundantes son el nitrógeno y el oxígeno, y una pequeña cantidad de otros gases. A pesar de que muchas veces no lo percibimos de manera directa, el aire se contamina continuamente por gases que provienen de la actividad humana.

La **contaminación** se entiende como la introducción de todo aquello que es ajeno a un medio natural, que lo afecta y le da inestabilidad, rompiendo el equilibrio, causando daño, desordenándolo. Un estado natural puede ser un ecosistema, un ser vivo o un medio físico, como ya viste en tus clases de Ciencias (fig. 1.30). A lo largo de la vida en la Tierra, el aire ha cambiado su composición hasta tener la que hoy conocemos. Sin embargo, en el presente enfrentamos un nuevo cambio en la composición de esta mezcla, uno que sin duda afecta la vida de todo ser viviente sobre el planeta.

© Nueva México

## Desarrollo

#### Conexión

Para conocer más acerca de la contaminación del aire visita la siguiente página web:

[http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen2/ciencia3/097/htm/sec\\_11.htm](http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen2/ciencia3/097/htm/sec_11.htm)

(Fecha de consulta: 19 de octubre 2016.)

Una de las principales fuentes ambientales que contaminan el aire son los incendios forestales. Durante estos se libera una gran cantidad de dióxido de carbono, un gas que en grandes cantidades contribuye al calentamiento de la superficie del planeta.

Pero poco se comparan estos incendios con los gases emitidos por las actividades humanas. Imagina cuánto smog se libera por cada auto que circula; ahora multiplica esto por los millones de vehículos en el mundo, es más que preocupante. A esto se suman los gases liberados por las latas con aerosoles, las fábricas, las estufas, etcétera. Todo lo cual contamina el aire al mismo tiempo, y muchas veces no lo percibimos.

A pesar de este panorama problemático y preocupante, hay diversas maneras de contribuir a la disminución de contaminación generada todos los días. Está a tu alcance el uso responsable de autos y del transporte público: si la distancia que recorrerás no amerita su uso, puedes caminar y ejercitarte, y así contaminar menos.

Además, verificar que los focos en casa, los aparatos electrónicos, los calentadores de agua y la estufa estén desconectados y apagados cuando no se les use, es otra manera de contribuir. Por parte de los gobiernos de cada país, está el compromiso de verificar que las industrias tengan programas de manejo adecuado de gases emitidos y que estos sean lo menos contaminantes posible.

Pero lo más importante ante esta situación de contaminación es que estés informado y que tú también informes a los demás, así se genera una cadena de personas bien informadas quienes al igual que tú, al actuar para evitar la contaminación, hacen que los beneficios se multipliquen.

#### El suelo también se contamina

Ahora imagina que es momento de ir a la escuela, quisieras seguir soñando y recordando lo bien que la pasaste en el día de campo, pero eso ya no es posible y te preparas para ir a la escuela. Ya en clase tu profesor comenta acerca de una terrible situación: un buque petrolero ha derramado su carga en el mar por accidente (fig. 1.31).

Hasta ahora tú no imaginas el impacto de este suceso, simplemente supones que es terrible y sigues escuchando.

A medida que transcurre la clase, tu profesor comenta sobre lo preocupante que es el derramamiento, les habla sobre las dificultades que implica para las especies que viven en el mar, las aves que se alimentan de peces e incluso para los humanos.

Un derrame de petróleo implica una gran cantidad de contaminantes que al ser ingeridos por los peces, los intoxican. Pero como en el mar existen muchas cadenas alimenticias, según viste en tus clases de biología, muchos otros animales son afectados, incluido el ser humano, provocándoles enfermedades e incluso la muerte.

© Nueva México

#### Yo decido

Cuando un carguero de petróleo derrama su carga en algún lugar se produce un desastre natural de proporciones gigantescas. El petróleo contamina de tal manera que puede destruir todo un ecosistema. Distintas organizaciones sociales y gubernamentales dirigen sus esfuerzos a tratar de subsanar los daños limpiando la zona donde hay derrames, esta ardua labor requiere de la participación de miles de personas y de artefactos de alta tecnología. Uno de los materiales más efectivos para recoger el petróleo es el cabello humano. Si deseas ayudar a remediar estos problemas ecológicos o donar tu cabello, busca en Internet información sobre rescate ecológico.



**Figura 1.31.** Los derrames de petróleo representan un grave problema ambiental pues tienen un fuerte impacto negativo para el medio donde ocurren, así como para la flora y fauna de la zona, muchas veces con consecuencias fatales e irremediables.

Por ejemplo las aves marinas, al intentar extraer su alimento en un mar contaminado, se contaminan ellas mismas con petróleo, quedan sin posibilidad de volar y mueren, ya sea ahogadas o en tierra, de frío y hambre. Pero los animales no son los únicos afectados, el agua también se contamina y los organismos microscópicos que habitan en ella, y cuando el mar llega a la playa, también contamina la tierra firme y los organismos que en ella viven; es una cadena de contaminación.

## Glosario

**corteza terrestre.** Es la capa rocosa externa de la Tierra de la cual forma parte el suelo.



**Figura 1.32.** La deforestación es una causa de contaminación de los suelos, ya que al eliminar la flora de un suelo se destruyen también nutrientes y fauna que estabilizan los ecosistemas.

Vale la pena mencionar que al igual que el aire, el suelo es una mezcla; es toda la parte superficial de la **corteza terrestre** y puede ser de tantos colores y composiciones como imagines. En el suelo se llevan a cabo muchos procesos físicos y químicos, uno de los más importantes es el nacimiento y crecimiento de plantas. Es en el suelo donde se encuentran todos los nutrientes y la humedad necesarios para la producción de alimentos.

Por tanto, la contaminación del suelo afecta a todo el ecosistema en que se encuentra, ya que los suelos son un factor importante para mantener el equilibrio ecológico. La erosión de los suelos debido a cambios climáticos, la deforestación y las actividades humanas son algunas de las causas de su contaminación (fig. 1.32).

Cada vez que una porción de suelo es cultivada o utilizada para que los animales de granja coman, se debe dejar pasar un tiempo para que el suelo recupere sus nutrientes. En la actualidad hay tal demanda de alimentos que, por ejemplo, entre un ciclo de siembra y otro el suelo no se deja reposar el tiempo suficiente, lo que a la larga agota sus nutrientes.

Para hacer rendir aún más los cultivos suelen emplearse pesticidas que inevitablemente contaminan el suelo; de igual forma se usan abonos con la finalidad de restituir los nutrientes del terreno para producir nuevas cosechas; pero estas prácticas desgastan los suelos y los inutilizan más.

La solución más directa para este problema es tener conciencia del mismo, y buscar información sobre esta problemática ambiental es un primer paso en la larga tarea de rescate del medio, así que piensa qué harás para contribuir en esto que nos involucra e importa a todos por igual.

## Actividad

1. De modo individual busquen fotografías de ciudades en distintos países, donde sea posible percibir la turbiedad del aire debida a la contaminación ambiental. Analicen la apariencia del aire y deduzcan qué ciudad tiene mayor contaminación ambiental y por qué.
2. Investiguen diez factores que propician la contaminación de suelos y de qué manera lo hacen, así como sobre el impacto que esta contaminación provoca en los animales y humanos.
3. Analicen la situación de nuestro país en cuanto a contaminación del aire y del suelo, y con la información que ya tienen, planteen soluciones en su comunidad para empezar a combatirla.

Discutan sus resultados con el grupo, moderados por el profesor.

© Nueva México

## El agua, recurso para la vida, en peligro

En general el agua se nos presenta como una mezcla de gases y minerales disueltos en el líquido, aunque a simple vista parezca una sustancia pura. Pero muchas veces contiene compuestos que la contaminan y la vuelven tóxica e inútil para el consumo humano o animal. A simple vista un vaso con agua transparente y fresca salida de la toma de agua podría parecer un buen remedio para la sed en un día caluroso, pero ten mucho cuidado con el agua que bebes de la llave o de un río o manantial, ya que podría estar contaminada y provocarte diversas enfermedades.

Recuerda el caso del derrame de petróleo: la cantidad de sustancias tóxicas liberadas a los mares y ríos es enorme y muchas veces irremediable. Pero los derrames de petróleo no son el mayor problema que enfrentan los cuerpos de agua ante el riesgo de ser contaminados.

Las fuentes principales de contaminación acuática son el drenaje de las ciudades y fábricas, que muchas veces desembocan en **cuerpos de agua** naturales, así como los desechos arrojados a las aguas por las personas. La disposición inadecuada de residuos industriales también contribuye de manera importante a la contaminación del agua.

El agua es probablemente la sustancia más utilizada por el hombre para disolver o remover otras sustancias, por ejemplo, durante el lavado de un sinfín de productos. Los jabones, artículos de belleza, limpiadores diversos, se utilizan para bañarse, limpiar la ropa, asear la casa, los autos, etcétera. Todos y cada uno de estos productos en algún momento se mezclan con agua, la cual va a parar a los drenajes, y de ahí a ríos o lagos, y al final desembocan en el mar arrastrando su carga de residuos contaminantes.

Hasta hace algunas décadas los drenajes profundos de las ciudades y su impacto en los ríos, lagos y mares se integraron a programas de limpieza de aguas, pero no todos los países y comunidades son igual de afortunados. Hace falta mucha información y conciencia ciudadana para cuidar el vital líquido, además de recursos económicos para sanear los cuerpos de agua, por lo que no todos los sectores de la población mundial pueden beneficiarse con estas medidas.

Al respecto, la falta de educación ambiental en la población es un gran tope que impide tomar acciones definitivas contra la contaminación del agua. Esta puede contener desde algunos restos de tierra o sarro de las tuberías, desechos industriales, hasta residuos de heces fecales humanas y huevecillos de parásitos y bacterias diversos, que al ser ingeridos causan enfermedades tan temidas como el cólera (fig. 1.33) o la salmonelosis.

## Los humanos también tenemos mezclas

Todos los análisis y discusiones hasta ahora expuestos solo tratan de recursos externos a nosotros, pero el cuerpo humano en sí, también es un conjunto de mezclas si quisiéramos verlo de esa forma. Una de estas mezclas, sumamente importante, es la sangre.

© Nueva México

## Yo decido

El agua es un valioso recurso que se desperdicia y contamina por miles de usuarios irresponsables que no le dan el uso adecuado. En muy pocos años puede convertirse en un gran problema para todos ya que su escasez será cada vez más aguda, los precios más altos y desgraciadamente no podemos prescindir de ella. Por ello, en tu casa trata de reutilizar el agua que usas para lavar la ropa o los trastes, riega las plantas en las noches y racionaliza este líquido en cualquier actividad que realices cotidianamente.

## Glosario

**cuerpos de agua.** Son todas aquellas zonas donde se acumula una cierta masa o extensión de agua. Los cuerpos de agua son los lagos, ríos, mares, océanos, canales, golfos, etcétera.

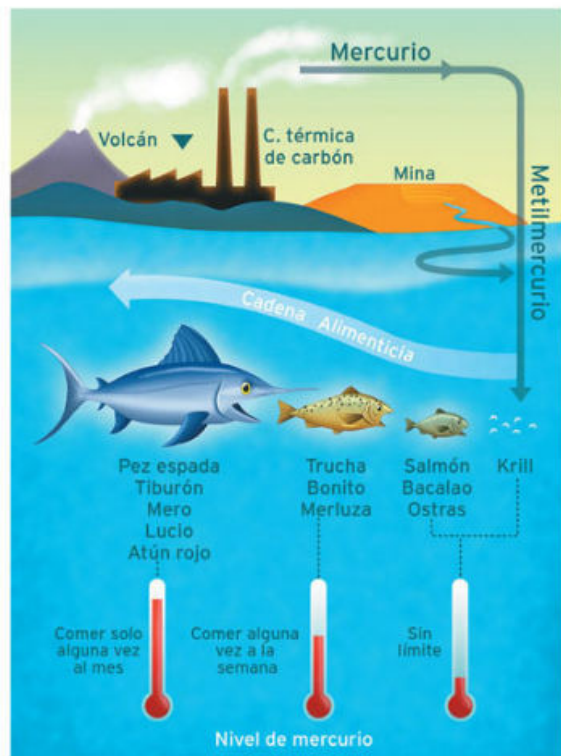


**Figura 1.33.** El cólera es una enfermedad causada por la bacteria *Vibrio cholerae*. Se caracteriza por causar altas fiebres, diarreas y vómitos, e incluso puede causar la muerte. Se encuentra en aguas contaminadas.



La sangre se considera un tejido fluido; tiene una fase líquida conocida como plasma sanguíneo y una fase sólida, compuesta por una gran cantidad de sustancias, como los glóbulos blancos y rojos o las plaquetas. Desde el punto de vista químico, podemos describir la sangre como una mezcla, que a simple vista parece homogénea, con su característico color rojo intenso.

La sangre muchas veces es un factor que se considera analizar cuando el cuerpo presenta algún desorden o enfermedad. En realidad, ¿sabes por qué se llevan a cabo análisis de sangre? Porque este líquido orgánico recorre todo el cuerpo a través de conductos conocidos como venas, arterias y vasos; a su paso por el cuerpo va liberando los compuestos necesarios para que los diversos órganos realicen sus funciones (pulmones, estómago, cerebro, etcétera) y arrastrando también las sustancias de desecho propias del metabolismo celular de los distintos órganos.



**Figura 1.34.** El mercurio se acumula en los seres vivos al contaminar los cuerpos de agua. Los peces son especialmente vulnerables. La cadena de contaminación continúa hasta que el ser humano se intoxica al consumir estos productos.

Por ejemplo, aun sin padecer sobrepeso, una persona puede tener exceso de grasa dañina en el cuerpo disuelta en la sangre, que poco a poco puede obstruir la luz o cavidad propia de venas y arterias hasta taponarlas, lo que puede ocasionar un infarto cerebral o uno de corazón, ambas condiciones de mucha gravedad.

Al igual que con la grasa, muchos otros compuestos y elementos se pueden monitorear en la sangre cuando una persona enferma. De modo simplista, si analizáramos estos casos desde el punto de vista de la contaminación, diríamos que nuestra sangre es una mezcla que continuamente transporta sustancias y que cuando se contamina el cuerpo, lo resiente y enferma.

Considera ahora todo lo antes visto: tu cuerpo, como el de todos los seres vivos, está en contacto directo con el ambiente; cuando el aire y la tierra se contaminan, también le ocurre esto al agua, que al cumplir su ciclo de evaporaciones para constituir las nubes que restituyen el líquido a los cuerpos de agua, arrastra a su vez los contaminantes, en un ciclo de contaminación que incorpora sustancias tóxicas a las plantas, mismas que son consumidas por los animales y el hombre (fig. 1.34).

Por la razón antes expuesta, todo lo que pasa a nuestro alrededor nos afecta; todo aquello que contamina el ambiente termina por alcanzarnos contaminando nuestro cuerpo y enfermándolo.

Con base en esta semejanza, podemos decir que el planeta Tierra es una mezcla de mezclas, y que cuando una de ellas se contamina la Tierra enferma, así como todo aquello que la habita. Pero con un buen tratamiento y un seguimiento puntual del problema, así como con las medidas necesarias, podemos ir limpiando el planeta de todas las sustancias contaminantes que lo agobian.

© Nueva México

Por lo anterior, todo lo que te rodea puede ser una fuente de contaminación. Pero no te alarmes, no todos los tipos de contaminación son mortales para ti. Algunos simplemente se pueden eliminar utilizando alguna forma de desinfección. Por ello existen legislaciones y medidas de seguridad que garantizan que los productos que se distribuyen en una población sean seguros. Aunque eso no te excluye de participar de manera activa en la disminución de las fuentes de contaminación.

Por lo general nuestros sentidos son una buena herramienta para detectar algo que no está bien y que no debes ingerir. Aunque el agua que quieres beber pareciera muy fresca y consumible, seguramente si percibieras un olor raro y desagradable en ella no la beberías. O si leyeras en la etiqueta de un producto que contiene productos tóxicos que pueden atentar contra tu salud, extremarías las medidas de precaución para utilizarlo sin sufrir los posibles efectos adversos.

Cuando los sentidos no son suficientes para identificar alguna mezcla contaminada, o simplemente no hay etiquetas que sugieran peligro, es necesario recurrir a instrumentos o herramientas que permitan conocer el grado de contaminación de lo que nos interesa. Así es como se han desarrollado numerosos artefactos utilizados con este fin.

Los análisis de sustancias contaminantes en el agua se realizan por lo general en laboratorios; para ello se utilizan indicadores y sofisticados aparatos que con una pequeña muestra de líquido nos dan mucha información sobre la composición de esa mezcla (fig. 1.35).

En esta secuencia hemos aprendido muchas cosas relacionadas con las mezclas y las formas en que estas se contaminan. Ahora tienes conocimientos más firmes sobre esta problemática que afecta a todos, y eres consciente de que tu participación activa es fundamental para resolverla.



**Figura 1.35.** Los cromatógrafos de líquidos de alta resolución son aparatos que sirven para determinar la composición de una muestra problema, así como la cantidad de cada componente en la mezcla; son utilizados en algunos casos para determinar la contaminación de ciertas sustancias y su cantidad en una muestra.

### Actividad experimental

Por equipos necesitarán el siguiente material:

- 1 hueso de pollo
- Agua y colorante vegetal
- Vinagre blanco
- 1 flor blanca con tallo
- 2 frascos (uno con tapa)

1. Coloquen el hueso de pollo dentro de uno de los frascos y agreguen vinagre hasta cubrirlo.
2. Disuelvan el colorante en una porción de agua y sumerjan el tallo de la flor en esa mezcla. Dejen ambos experimentos durante 48 horas.
3. Al término de este tiempo analicen la textura y apariencia del hueso y de la flor.
4. De haber ocurrido algún cambio, investiguen qué lo provocó y relaciónenlo con la contaminación y sus efectos.

Anoten sus resultados y discútanlos en el equipo. Con la guía del profesor, contrasten sus resultados con los de los distintos equipos.

© Nueva México

Cierre

Marca con una ✓ el nivel de logro que alcanzaste.

#### Aprendizaje esperado

Identifico que los componentes de una mezcla pueden ser contaminantes, aunque no sean perceptibles a simple vista.

**C** Me cuesta identificar que los componentes de una mezcla pueden ser contaminantes.

**B** No siempre puedo identificar que los componentes de una mezcla pueden ser contaminantes.

**A** Sí identifico que los componentes de una mezcla pueden ser contaminantes, aunque no se perciban a simple vista.

Con tu maestro resuelve los casos en que tus logros no sean los mejores.

Nivel de logro

## 4.2 Toma de decisiones relacionada con: concentración y efectos

Es un día muy contaminado y el gobierno de la Ciudad de México declara que hay contingencia ambiental, es decir, que se restringe la circulación de autos y se pide a la población no llevar a cabo actividades al aire libre (fig. 1.36).

Pablo, que cursa el cuarto grado de primaria, va a la escuela y regresa a casa, donde pasará toda la tarde haciendo sus deberes y jugando en su cuarto en vez de ir a andar en bici al parque. Conforme empieza a anochecer se pone un poco triste, ya que imagina lo terrible que sería estar todos los días encerrado por la contaminación.



**Figura 1.36.** Cuando el grado de contaminación ambiental rebasa los niveles permitidos, debe reducirse el uso indiscriminado del auto y evitar ejercitarse al aire libre.

Pablo piensa en esos días en que sale a jugar fútbol al patio de la escuela a la hora del recreo, sin problema alguno, y no entiende por qué hoy simplemente no pudo.

Reflexiona:

- ¿Qué provoca que ciertos días no se puedan realizar actividades al aire libre por la contaminación?
- ¿Por qué en días de contingencia hay más riesgo de que tu salud sufra daños?
- ¿De qué depende que la contaminación aumente o no en ciertos días?

### Cuánta contaminación aguantar

En el contenido anterior describimos la contaminación como cualquier alteración ajena a un medio natural, ocasionándole inestabilidad y desequilibrio. Podemos compararlo con una persona que quizá tenga cantidades grandes de grasa nociva circulando por sus venas, cuando esa grasa alcanza niveles muy altos, el cuerpo puede sufrir un colapso, es decir, la sangre tapona las venas y arterias provocando un infarto, que en el mejor de los casos es un aviso del mal estado del cuerpo, pero que puede llevar a la muerte.

Si asociamos este ejemplo con la contaminación ambiental, a medida que esta aumenta, los riesgos para la salud de los seres vivos en la Tierra también aumentan. Pablo no puede salir a jugar cuando hay contingencia ambiental porque la contaminación ha llegado al límite máximo permitido y esto provoca que se considere un riesgo latente para la salud pública.

Los centros de monitoreo de contaminación determinan estos límites máximos midiendo lo que se conoce como concentración de compuestos tóxicos en el aire.

Como ya revisaste en páginas anteriores, la **concentración** expresa la cantidad de una sustancia en un volumen o cantidad de otra sustancia determinada.

© Nueva México

Con anterioridad ya revisaste dos formas de expresar una concentración: porcentaje en peso y porcentaje en volumen. En algunos casos, cuando la contaminación se da en pequeñas proporciones (pero no por ello deja de ser importante), se utiliza una unidad de concentración llamada **partes por millón (ppm)**.

Así como los porcentajes representan cuánto hay de lo que nos importa por cada 100 partes, las partes por millón son un reflejo de cuántas partes de una sustancia (soluto, por ser la que está en menor proporción) hay por cada millón de partes de la muestra. Muchas veces, a estas partes tan pequeñas de una muestra se les llama **trazas**. Por ello es común escuchar que en una muestra de agua se encontraron trazas de plomo o de cualquier otro elemento o compuesto (fig. 1.37).

Matemáticamente, la manera de expresar las partes por millón (ppm) es la siguiente:

$$1 \text{ ppm} = \frac{1}{1000000}$$

También se puede expresar: a) con decimales, y b) con notación científica, de la siguiente manera:

- a)  $1 \text{ ppm} = 0.000001$
- b)  $1 \text{ ppm} = 1 \times 10^{-6}$

En la tabla que se muestra a continuación se expresan en ppm las concentraciones límite permitidas de sustancias en el aire. Como ya se mencionó, cuando este nivel se supera, se declara estado de contingencia ambiental.

Límites normados para algunos contaminantes del aire en México		
Contaminante	Concentración en ppm	Concentración en %
Ozono (O <sub>3</sub> )	0.08 ppm	
Bióxido de azufre (SO <sub>2</sub> )	0.11 ppm	
Monóxido de carbono (CO)	11 ppm	
Bióxido de nitrógeno (NO <sub>2</sub> )	0.21 ppm	

Si quisieras expresar estas concentraciones en porcentajes solo tendrías que dividir cada valor entre 10 000, para tener un dato referente a cada 100 partes de la muestra. ¿Por qué no lo intentas? Copia la tabla en tu cuaderno, haz las operaciones necesarias y escribe los resultados.

Ahora que puedes analizar datos reales y ver el valor numérico de estos datos, es más evidente por qué se utilizan estas unidades referidas como partes por millón: no es muy cómodo tener que expresar el valor 0.11 ppm correspondientes al bióxido de azufre en porcentaje, sería un número mucho más pequeño y difícil de entender.

© Nueva México



**Figura 1.37.** Recientemente se han descubierto trazas de elementos pesados en plumas y cascarones de pingüinos. Con esto se confirma que la Antártida no está exenta de sufrir los efectos adversos de la contaminación.

### Yo decido

Uno de los mayores problemas de contaminación del agua son los residuos generados por las actividades humanas. Se usan en exceso detergentes y productos de limpieza con sustancias no biodegradables. Es muy importante que te informes sobre los efectos ecológicos que generan estos residuos. Una opción es elegir productos de limpieza con componentes biodegradables.

## Actividad

**Propósito:** Identificar las partes por millón en una mezcla.

**Material:**

- 7 frascos transparentes pequeños
- 2 goteros
- agua
- 1 sobre de colorante vegetal

**Desarrollo:**

1. En parejas, numeren seis frascos, del 1 al 6.
2. En el frasco no numerado disuelvan el colorante en agua, de manera que la mezcla tenga un color muy intenso.
3. Coloquen una gota de esta disolución en el frasco número 1 y agreguen 9 gotas de agua; mezclen ambos líquidos hasta que el color sea homogéneo.
4. Ahora tomen una gota de la mezcla del frasco 1 y colóquela en el frasco 2; añadan 9 gotas de agua.
5. Procedan de igual forma con el resto de los frascos hasta llegar al 6.
6. En su bitácora vayan anotando cuántas partes de colorante tienen por frasco; por ejemplo, el frasco 1 tiene 1 parte de colorante por cada 10 de muestra. Para el caso 2 hay 1 parte por cada 100, y así sucesivamente.
7. Ya hecha la estimación anterior, indiquen las concentraciones de colorante existentes en cada caso.
8. A la par, analicen la apariencia de cada mezcla.

Comparen sus resultados y sus estimaciones con los del resto de los equipos. Con ayuda del profesor discutan y concluyan cuáles son los resultados correctos.

En un día de contingencia ambiental, sin lugar a dudas una persona que trabaja en una oficina cerrada está mucho menos expuesta a la contaminación del aire que un policía de tránsito, que constantemente está en medio del flujo de vehículos y al aire libre. De la misma manera, la salud de una persona que vive en el campo, rodeado de árboles y lejos de la contaminación de las grandes ciudades, se resentirá muchísimo menos que una persona ciudadana, si además esta vive en una ciudad muy contaminada. Estas diferencias en cuanto al grado de exposición a sustancias contaminantes nos dan una herramienta más para discernir entre una sustancia tóxica y otra potencialmente tóxica.

Si piensas que exponerte al Sol es dañino para tu piel debido a la radiación ultravioleta, entonces probablemente tendrás la precaución de no hacerlo y así evitarás posibles daños a tu cuerpo por esta exposición, o usarás un bloqueador adecuado para protegerte (fig. 1.38).

Sin embargo, si por accidente llegaras a ingerir algún veneno (por ejemplo un raticida o un plaguicida), por poca que sea la cantidad ingerida, seguramente experimentarías síntomas muy desagradables y tu vida estaría en riesgo.

Muchos de los diversos combustibles empleados para hacer funcionar los motores de autos y camiones de carga suelen ser altamente tóxicos.



**Figura 1.38.** Los rayos UV del Sol son nocivos. Es conveniente no exponerse demasiado al Sol.

Hasta hace poco el plomo se combinaba con algunos combustibles como aditivo para mejorar la combustión de las gasolinas. Durante esos años, la gasolina se utilizó con trazas de plomo, que al ser liberado a la atmósfera fue absorbido por la humanidad y por muchos seres vivos. El plomo, además, se utiliza ampliamente en distintos productos de uso humano, por mencionar un caso, muchas de las tuberías de agua y gas caseras lo incluyen en su composición.

A pesar de que los seres vivos tienen cierta tolerancia a determinadas concentraciones de plomo, un exceso en estos valores puede acarrear consecuencias terribles. En los seres humanos el plomo se adhiere a los tejidos del cuerpo, provocando, entre muchas otras afecciones, cambios en la composición genética de las células, lo que puede estar relacionado con la aparición de distintos tipos de cáncer.

Por otra parte, la intoxicación con bajas concentraciones de plomo pueden provocar dolores de cabeza o estomacales. Algunas enfermedades derivadas de la intoxicación aguda por plomo son las anemias, problemas en el riñón y el hígado, así como desequilibrio en el sistema nervioso.

A partir de la repetitiva aparición de estos daños en la población humana, hace aproximadamente 40 años se iniciaron reformas a nivel mundial con la finalidad de prevenir que las industrias petroleras y que producían combustibles disminuyeran y paulatinamente eliminaran la adición de estos compuestos a las gasolinas. En la actualidad este problema ha sido controlado, pero la contaminación por combustibles sigue siendo una realidad.

### El gas natural, una bomba de tiempo

En el transcurso de su historia, el hombre siempre ha buscado fuentes de energía (calor) que le permitan mantener su temperatura corporal, sobre todo en lugares donde los inviernos suelen ser muy crudos y el frío representa un riesgo de muerte. Las fogatas fueron el primer recurso que el hombre conoció para combatir el frío.

Uno de los combustibles más utilizados para estos fines y muchos otros es el gas natural. Este se hace pasar a través de redes de tuberías hasta que llega a los quemadores de las estufas, calentadores de agua o calefactores. El gas natural es una mezcla de gas metano y otros compuestos llamados mercaptanos. El metano por sí solo es un gas incoloro e inodoro; esta segunda característica representaba un problema al distribuir esta sustancia como combustible, ya que si por alguna razón hubiera una fuga de gas, las personas no podrían percibirlo y morirían asfixiadas, o se provocaría una explosión porque esa fuga sería imperceptible. Es por ello que el metano se mezcla con mercaptanos (compuestos que tienen azufre), los cuales le dan su olor característico para detectar cualquier fuga (fig. 1.39).

Cuando una persona se expone al gas natural se intoxica. Si la exposición no es prolongada la persona experimentará mareo, dolor de cabeza y náuseas. Si es prolongada, la persona morirá por asfixia, ya que el gas reemplaza al aire.



**Figura 1.39.** Para prevenir incendios o explosiones por el uso del gas natural es necesario que dentro de los hogares se cuente con llaves de paso.



**Figura 1.40.** La alergia a las nueces es una de las alergias alimenticias más comunes. Comezón e inflamación de la boca y la garganta son sus reacciones típicas.

Es importante que en casa te cerciores de que no haya fugas de gas y avises a tu familia sobre los riesgos de la intoxicación con gas. De esta manera podrás evitar accidentes. Por otro lado, debido a que el gas natural es inflamable, si se concentra cierta cantidad de él en un espacio cerrado, además de ser tóxico, puede incendiarse fácilmente con una chispa, provocando fuertes explosiones.

### Los alimentos tóxicos

Algunas veces nos hemos topado con que un alimento tiene un olor extraño o una apariencia desagradable. Los alimentos, al igual que los recursos naturales, se contaminan y provocan intoxicaciones y alteraciones en quienes los consumen. El factor principal para que un alimento se descomponga es la proliferación de bacterias, que causan deterioro y cambios en las propiedades de estos productos.

Si tomaras un vaso con leche agria, probablemente sentirías malestar estomacal y un poco de náuseas, síntomas no muy agradables, pero tolerables. Por lo contrario, si tomaras leche que lleva varios días descompuesta, la intoxicación sería más severa y probablemente necesitarías medicamentos y varios días de recuperación (fig. 1.40).

Algunos alimentos como la leche agria pueden ser tolerables para el cuerpo, aunque esto depende de la salud del individuo al momento de ingerirla; sin embargo, hay otros alimentos que al descomponerse y ser consumidos pueden poner en riesgo la vida de las personas por las infecciones que provocan.

Existen otros casos, como el del pez globo. Este animal es favorito en la preparación de algunos platillos orientales, sin embargo, si la parte que se consume no es cortada con precaución, quien ingiera ese platillo se intoxicará de una manera mortal. Esto se debe a que el pez globo segrega una sustancia conocida como tetrodoxina, una potente neurotoxina que se encuentra en las vísceras del pez.

Al ser ingerida la tetrodoxina, inhabilita la función de las neuronas, paralizando los músculos y por tanto el cuerpo y todos los órganos. El pez globo segrega esta sustancia como defensa contra depredadores.

Al igual que el pez globo, muchos animales producen sustancias altamente tóxicas, como las víboras venenosas. Dependiendo de la serpiente, una mordida puede ser letal; en los casos más benignos, las víctimas pueden sufrir mareos y náuseas, sensación de asfixia y pérdida de la conciencia. Todo depende de la cantidad de veneno administrada, es decir, de la concentración.

Como te habrás dado cuenta, de la concentración de agentes contaminantes en una muestra derivan las consecuencias adversas en el ambiente y en los seres vivos. Esto es una consideración muy importante, ya que ahora tú tendrás la primera decisión respecto a si un contaminante representa un riesgo grave o no para tu integridad y la de quienes te rodean.

© Nueva México

Para finalizar, un dato interesante: a principios del siglo XIX, era frecuente el uso de sombreros de piel. Estos eran elaborados por artesanos que trataban las pieles para preservarlas y con ellas confeccionar las prendas.

Por aquellos tiempos era bien sabido que muchos fabricantes de sombreros sufrían espasmos, temblores y alteraciones de la personalidad, y que tarde o temprano terminaban padeciendo desórdenes neurológicos o psiquiátricos (¿Recuerdas al Sombrero Loco, del libro de Lewis Carroll *Alicia en el país de las maravillas*? ¡Pues de este hecho deriva ese personaje!) (fig. 1.41).

La razón de este curioso fenómeno tiene que ver con cierto tipo de contaminación o intoxicación. Después de algunos estudios se dedujo que los sombrereros trataban los sombreros de fieltro y piel con compuestos de mercurio para eliminar bacterias e impurezas que pudieran contaminar los sombreros y destruirlos.

En esos tiempos se sabía que algunos compuestos con mercurio funcionaban como buenos antisépticos. Pero no se sabía que los vapores de mercurio son altamente tóxicos; incluso se podría decir que son venenosos.

Una de las consecuencias de las largas y prolongadas exposiciones a estos vapores es la afectación directa del sistema nervioso central, que puede desencadenar trastornos psiquiátricos severos.

En la actualidad a esta enfermedad se le conoce como hidrargirismo o envenenamiento por mercurio, pero durante mucho tiempo se le llamó la "enfermedad del sombrero". Ahora sabes por qué al Sombrero Loco le faltaban unos cuantos tornillos.



**Figura 1.41.** El Sombrero Loco, personaje de Alicia en el País de las Maravillas, de Lewis Carroll.

### Actividad

Por equipos, realicen lo siguiente:

- Investiguen sobre los efectos en la salud causados por los diferentes contaminantes del aire que no se encuentran en la tabla dada en este subtema.
- Investiguen cuál es la concentración en partes por millón tolerable para esos compuestos.
- ¿Qué efectos negativos tienen esos contaminantes en el ambiente y en el cuerpo? Expliquen.
- Realicen lo mismo, pero ahora consideren tres contaminantes que se encuentren en el agua.
- Hagan una investigación sobre plantas y alimentos de origen natural que representen un riesgo a la salud por intoxicación si se consumen en cantidades considerables. ¿Qué enfermedades o alteraciones pueden provocar a la salud?

Discutan los resultados de su investigación, y con la guía del profesor, contrástenlos con los obtenidos por el resto del grupo. Concluyan.

© Nueva México

Marca con una ✓ el nivel de logro que alcanzaste

#### Aprendizaje esperado

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

- |                |   |   |
|----------------|---|---|
| Nivel de logro | C | No logro expresar la concentración de una mezcla en porcentaje o en partes por millón.      |
|                | B | Me cuesta expresar la concentración de una mezcla en porcentaje o en partes por millón.     |
|                | A | Sí expreso la concentración de una mezcla en unidades de porcentaje o en partes por millón. |

Con tu maestro resuelve los casos en que tus logros no sean los mejores.

Marca con una ✓ el nivel de logro que alcanzaste

#### Aprendizaje esperado

Identifico 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.

- |                |   |  |
|----------------|---|--|
| Nivel de logro | C | Me cuesta identificar que un contaminante en una mezcla tiene efectos en distintos ámbitos.                  |
|                | B | Puedo identificar que un contaminante tiene efectos diversos, pero no puedo tomar decisiones informadas.     |
|                | A | Sí identifico que un contaminante en una mezcla tiene efectos diversos, y puedo tomar decisiones informadas. |

Con tu maestro resuelve los casos en que tus logros no sean los mejores.

Cierre

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

Imagina que tienes unas palomitas de maíz para cocinar en horno de microondas y quieres conocer el peso de las palomitas después de cocerlas, porque parece que tienen aire y son bastante ligeras. Tu papá te dice que peses la bolsa antes y después de cocinarlas para que compruebes si en realidad son más ligeras cocidas. Pesas la bolsa, la metes al horno y calientas. Cuando terminan de cocerse, inmediatamente abres el empaque y dejas salir el vapor para evitar quemarte. ¡Ya están listas! Logras percibir el olor característico. Las pesas y notas que el peso de la bolsa antes de cocinarla era 0.5 g mayor que después de cocinarla (fig. 1.42). Reflexiona:

- ¿Se destruyó la materia al cocinar las palomitas de maíz?
- ¿La bolsa metió aire para inflar a las palomitas y por eso son más ligeras?
- ¿Qué significa la frase “la materia no se crea ni se destruye, solo se transforma”?



Figura 1.42. Al cocinar las palomitas de maíz, cambia olor, color, textura y su peso es menor. ¿Por qué?

#### Conexión

Para saber más sobre este contenido, consulta:

García, Horacio. *El investigador del fuego: Antoine L. Lavoisier*, Pax, México, 2008.

Nada surge de la nada; día a día el polvo aparece en las casas; surgen moscas en la fruta con los días; el agua que dejamos en un recipiente abierto desaparece; al disolver azúcar en agua, deja de percibirse su estado sólido. Pero como dijo Parménides (530 a. C. y el 515 a. C.), filósofo de la antigua Grecia, “nada surge de la nada” y para completarlo podríamos decir “nada desaparece hacia la nada”.

Por ejemplo, si tenemos una olla llena de agua y la calentamos, el agua se evapora, de lo que podríamos pensar que el agua “desapareció”. Pero aun cuando no conociéramos el vapor de agua, podríamos tapar la olla y constatar que al calentarla el agua se mantiene en un nivel más o menos constante. También es común que disolvamos pastillas efervescentes en agua (antiácidos, vitamina C, etc.), que parecerían “desaparecer” mientras efervesce, pero si las disolviéramos dentro de un recipiente cerrado al cual conectáramos un globo, notaríamos que el globo se infla.

#### El método científico en la Química

Parece algo común que los seres humanos desarrollen justificaciones inmediatas a todos los fenómenos que se encuentran a su alrededor, sin embargo, la mayoría de las ocasiones estas ideas no se someten al método científico, lo que tiene como consecuencia que estén llenas de contradicciones e incoherencias. En lo que a la ciencia se refiere, esto ha ocurrido en muchas ocasiones, generándose una serie de explicaciones de orden más bien mágico.

© Nueva México

Este ha sido el proceso de las ciencias, un ir y venir de teorías que compiten por lograr una explicación coherente de los fenómenos naturales. Algunas dan explicaciones parciales, que a largo plazo son eliminadas por la acumulación de información que apunta hacia una dirección opuesta; otras veces, las teorías se ven cuestionadas por el desarrollo de nuevos artefactos de medición o por fenómenos nunca antes vistos.

De esta manera, se ha ido conformando el método científico, que nos ayuda a no caer en los errores más comunes y a organizar nuestro aprendizaje para obtener conocimientos sólidos con respecto a la Naturaleza.

Seguro has escuchado en otros cursos de ciencias, que parte del método científico nos marca la necesidad de realizar experimentos para poder obtener sustento sobre alguna hipótesis, pero también es importante subrayar que esta información debe ser preferentemente cuantitativa y no cualitativa. Esto significa que, cuando realizamos un experimento, tenemos que poder medir algún tipo de variable (peso, densidad, volumen, etc.) con algún artefacto de medición que incluya una escala preestablecida.

Es fácil decirlo, pero, ¿sabemos qué medir? ¿De qué depende la medición? ¿Cómo hacerlo? ¿Existen los instrumentos necesarios para realizar las mediciones? En la historia de la química, existe un caso emblemático: el estudio de la combustión.

#### El flogisto

En Europa, durante el siglo XVIII, ya no existía la alquimia como tal, y el saber químico se encontraba abierto para todas las personas. Este se transmitía constantemente de mano en mano, y en algunos casos era tan popular que se acostumbraba ofrecer demostraciones de experimentos vistosos como parte del divertimento social. Sin embargo, no todo era miel sobre hojuelas; los practicantes de la química no contaban con una metodología que les permitiera organizar su conocimiento. Sus explicaciones estaban basadas en una serie de invenciones sostenidas a partir de la observación, y en raras ocasiones podían clasificar algún fenómeno.

Un ejemplo de ello fue la teoría del flogisto, que se desarrolló para tratar de explicar la combustión de los materiales. La teoría sostenía que cualquier porción de materia que se quemara contenía una sustancia llamada **flogisto**, responsable de la combustión. Esta teoría fue propuesta por Georg Ernst Stahl (1660-1734) (fig. 1.43). Él aseguraba que el flogisto se escapaba durante el proceso de combustión, a la par que existía otra sustancia llamada “cal”, y que esa se mantenía. Entre mayor era la cantidad de flogisto dentro de la materia, más fácilmente debía de arder y menor sería la cantidad de cal resultante; veamos un ejemplo para aclarar estas ideas.

Según este pensamiento, un material tenía una gran cantidad de flogisto y por tanto, una pequeña cantidad de cal. Cuando se quemaba, la cal se mantenía (en realidad se referían a las cenizas) y el flogisto se escapaba de alguna manera. Esto daba como resultado un material mucho más ligero y diferente al original (fig. 1.44).



Figura 1.43. Georg Ernst Stahl pensaba que la combustión se daba por el intercambio de flogisto entre materiales.

#### Glosario

**flogisto**. La palabra proviene del griego *phlox*, que significa *flama*.



Figura 1.44. En la combustión de la madera, el producto (cenizas) es más ligero que el material original.

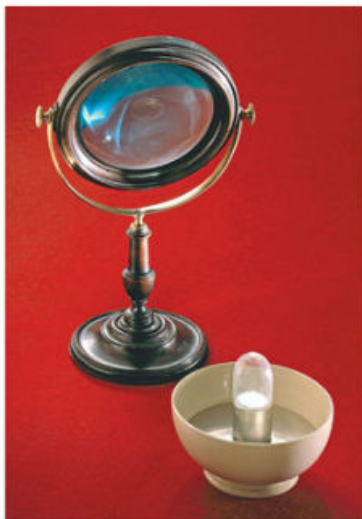
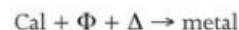


Figura 1.45. Aparato de Priestley para demostrar la formación de aire desflogistado.



Figura 1.46. También se determinó que el aire desflogistado permite respirar a un ratón, mientras que el flogistado no.

Hasta ese momento todo parecía muy coherente, sin embargo, si un metal se sometía al fuego, el resultado era un material con mayor masa que el original. El producto final (cal), a su vez se podía calentar y obtener un producto más ligero. Las reacciones que planteaba la teoría del flogisto eran:



donde  $\Delta$  = calor y  $\Phi$  = flogisto.

Algunas explicaciones trataron de justificar este fenómeno contradictorio, sosteniendo que los metales tenían poco flogisto y mucha cal. Para hacer coincidir los resultados experimentales (en realidad, al quemar carbón el sólido resultante tiene menor masa) era necesario proponer que el flogisto tenía masa negativa, y al no existir alguna explicación alternativa, esto fue aceptado durante un buen tiempo.

Mientras tanto, se estudiaba otro fenómeno de la combustión: el aire. En ese entonces se pensaba que el aire era un elemento y no una mezcla de gases como ahora sabemos. Fueron los trabajos de Joseph Black (1728-1799), Henry Cavendish (1731-1810), Ernest Rutherford (1871-1937), Carl W. Sheele (1742-1786) y Joseph Priestley (1733-1804) los que demostraron que el aire no era un elemento, ya que era posible separarlo en otros gases. Veamos.

En 1756 Joseph Black descubrió el aire fijado (dióxido de carbono); en 1766 Cavendish hizo otro tanto con el aire inflamable (hidrógeno); Rutherford en 1772 descubrió el aire flogistado (nitrógeno), y por último, Sheele y Priestley, el aire desflogistado (oxígeno). Muchos de estos gases recibieron nombres que hacían alusión a la teoría del flogisto, lo que claramente nos muestra la dominancia de esta teoría en esos tiempos.

Uno de los experimentos de Priestley fue la descomposición de cal de mercurio (óxido de mercurio) por medio de un lente que concentraba la luz solar (fig. 1.45).

Este experimento muestra que el calor que se genera descompone la cal dentro de un recipiente sellado por agua en su parte inferior. El producto de la descomposición de la cal era un gas al que llamó aire desflogistado, más mercurio metálico.

Estos hallazgos fueron de suma importancia para entender la combustión, ya que para hacer arder algo es necesaria la presencia de aire desflogistado (oxígeno), mientras que otros componentes del aire, como el aire flogistado (nitrógeno), no permiten que se quemen las sustancias (fig. 1.46).

Con este conocimiento en mente, era cuestión de tiempo para que alguien entrara a escena y mostrara las incongruencias que generaba la idea del flogisto, y así, introdujera una nueva manera de ver el mundo químico.

© Nueva México

## Actividad experimental

Este experimento deben realizarlo por equipos y con la supervisión de su profesor.

**Propósito:** Explicar la combustión a partir de la teoría del flogisto.

**Material:**

- Hojas de árbol secas
- Recipiente de vidrio
- Balanza
- Encendedor
- Tira de magnesio
- Bata
- Lentes protectores para soldar

**Desarrollo:**

1. Tomar algunas hojas de árbol secas y colóquenlas dentro del recipiente de vidrio.
2. Pesen el recipiente en una balanza y registren el valor en su bitácora.
3. Con mucho cuidado y en un espacio abierto, asegúrense de quemar las hojas secas.
4. Pesen de nuevo el recipiente y registren el valor en su bitácora.
5. Tomen la tira de magnesio y colóquenla dentro del recipiente de vidrio y pénsela.
6. En un espacio abierto y con lentes protectores para soldar, prendan la tira de magnesio y asegúrense de que ardió por completo (fig. 1.47).
7. Pesen de nuevo el recipiente y registren el valor en su bitácora.

**Resultados y conclusiones:**

- Al arder las hojas de árbol, ¿su peso aumentó o disminuyó?
- Al arder la tira de magnesio, ¿su peso aumentó o disminuyó?
- Expliquen sus resultados a partir de la teoría del flogisto.

Con la guía del profesor comparen sus respuestas con las del resto del grupo. Concluyan.

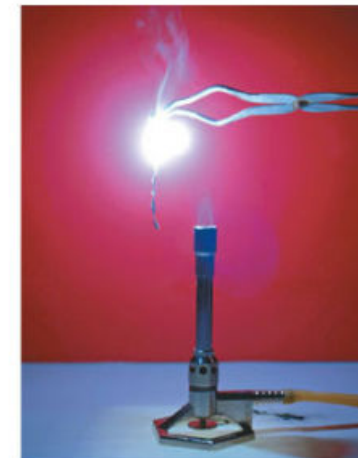


Figura 1.47. Cuando se quema el magnesio se desprende una luz que puede dañar la vista.

## Conexión

En la siguiente página podrás descargar un texto sobre Lavoisier, sus logros tanto en el campo de la química como aspectos desconocidos de su vida.

<http://www.revistas.unam.mx/index.php/req/article/view/25836>

(Fecha de consulta: 19 de octubre de 2016.)

## El padre de la química moderna

Antoine Laurent de Lavoisier nació en París el 26 de agosto de 1743 (fig. 1.48). Por influencia de su padre, Lavoisier estudió la licenciatura en derecho, pero sus intereses se encontraban en la ciencia, lo que lo llevó a concentrarse en esa área apenas terminó sus estudios en derecho. Uno de sus logros iniciales fue el estudio sobre el agua de París. En ese entonces y por herencia del pensamiento alquimista, los estudios se basaban en la destilación de muestras de agua, que daban como resultado la obtención de sólidos y que eran interpretados como transmutaciones del agua en tierra.

Lavoisier tomó una muestra de agua y la evaporó dentro de un recipiente cerrado durante meses, obteniendo también un residuo sólido, pero esta vez, introdujo una diferencia fundamental en la historia de las ciencias experimentales: antes de la experimentación, pesó el recipiente con agua. Esta medición le permitió percatarse de que el peso del total del sistema era igual antes y después del experimento. La importancia que le dio Lavoisier al uso de la balanza y a los sistemas cerrados fue lo que le permitió llegar a tan sorprendentes conocimientos, que contradecían las teorías de su tiempo, como la del flogisto.

© Nueva México



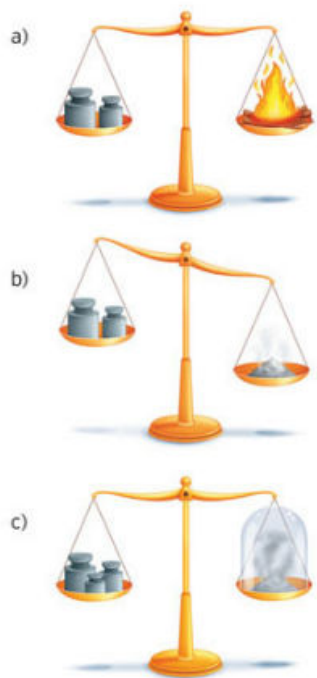
Figura 1.48. Antoine Laurent de Lavoisier con su esposa, Marie-Anne Pierrette Paulze.

## Glosario

**políglota.** Persona que habla varias lenguas.

## Ciencia a la mano

Marie Anne, la esposa de Lavoisier, era la encargada de hacer todas las traducciones de los trabajos que utilizó Lavoisier para plantear sus teorías. Además se dedicaba a registrar todo en la bitácora y a editar los manuscritos de su esposo. Algunos piensan que aun cuando no se le dio reconocimiento ella fue una de las grandes aportadoras en el trabajo realizado por su marido.



**Figura 1.49.** a) y b) Si se quema un material en un sistema abierto, el peso de los productos aumenta con respecto al oxígeno utilizado. c) pero si el sistema se mantiene cerrado, el peso del todo será constante.

A los 28 años Lavoisier se casó con Marie Anne Pierrette Paulze, que entonces tenía 14 años. Su esposa estuvo muy involucrada en sus trabajos, ya que al ser **políglota**, tradujo muchos textos de científicos extranjeros que fueron de gran utilidad en el trabajo de Lavoisier; además, organizaba eventos sociales donde se reunían los más prestigiados científicos, lo que le permitió a su esposo una comunicación constante con los hombres de ideas y le ayudó a ocupar cargos honorarios dentro de la Academia de Ciencias de Francia.

### Experimentos decisivos

En el año de 1772 ya se sabía del aumento de masa al quemar algunas sustancias. Y por supuesto que Lavoisier se dispuso a estudiar este fenómeno con su estrategia experimental ocupando recipientes cerrados y balanzas. Para esto, Lavoisier quemó azufre y fósforo dentro de un recipiente cerrado, pesando antes y después, todas las partes del dispositivo. Los datos que obtuvo revelaron que no existía ni aumento ni disminución del peso del todo: el recipiente tenía un peso constante y solo se encontró un aumento de peso en el resultado final cuando el experimento se llevaba a cabo en un sistema abierto (fig. 1.49).

Por otro lado, Lavoisier utilizó un aparato llamado “de recogida de gases de Hales”, conocido como cuba neumática, donde quemó óxido de plomo y obtuvo como resultado una gran cantidad de aire. Lavoisier aún no contaba con la información suficiente para concluir sus investigaciones, ya que no conocía los trabajos de Black, Cavendish, Rutherford, Sheele y Priestley, por lo que pensaba que el aire era un elemento y no una mezcla.

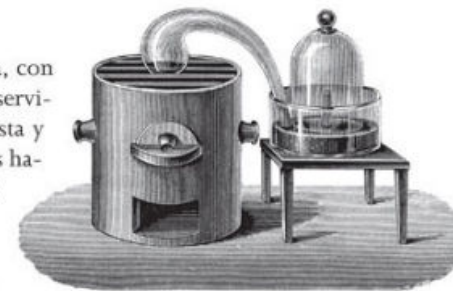
Sin embargo, con el paso del tiempo, Lavoisier retomó esos trabajos y comenzó a utilizar esos descubrimientos para interpretar los experimentos que llevaba a cabo. Después de algunos errores y al repetir los experimentos con el aire, en el año de 1775 tuvo evidencia de que el aire desflojastado (que llamó oxígeno) era el responsable del aumento de peso en algunas sustancias que ardían.

Luego de más experimentos pudo concluir que el aumento de peso de algunas sustancias al quemarse era producto de la incorporación de oxígeno, uno de los mayores componentes del aire, y que cuando se quemaba un material en un recipiente cerrado que contenía una determinada cantidad de oxígeno, no existiría un aumento del peso del todo.

En otras palabras, el oxígeno se mezclaba con algún metal o con el azufre y el fósforo, formando una cal que estaba compuesta de estos dos elementos, y que al ser calentada hacía posible que el oxígeno recobrar su forma gaseosa y los metales su forma elemental.

Por todo lo anterior, Lavoisier descubrió una parte fundamental de la química y es este principio de conservación de la masa: “La masa no se crea ni se destruye, solo se transforma”, hasta hoy no se ha demostrado lo contrario. Con el tiempo esta frase se transformó al intercambiar el concepto de masa por el de materia, pero eso depende de la relatividad de Einstein y es un tema que se estudiará más adelante.

Ahora bien, Lavoisier en su juventud recibió una cuantiosa herencia, con la que compró acciones de una empresa que cobraba impuestos al servicio del estado. Como siempre, este tipo de labor no es muy bien vista y tampoco en ese entonces, ya que se le acusaba de una serie de abusos hacia el pueblo francés. La posición burguesa de Lavoisier, y ser dueño de este negocio durante la Revolución Francesa, ocasionó su detención en 1793, acusado de adulterar tabaco y de cobrar impuestos abusivos. Fue condenado a muerte en la guillotina en 1794, con tan solo 51 años de edad.



**Figura 1.50.** Aparato diseñado por Lavoisier que permite demostrar el principio de conservación de la masa.

A pesar de todo, una de las grandes proezas que realizó fue el diseño de artefactos de laboratorio. Estos artefactos facilitaron las mediciones exactas que fueron necesarias para demostrar sus ideas, entre las que se cuentan la conservación de la masa. Además sentó un precedente sobre la metodología experimental cuantitativa, lo que fue determinante en el posterior desarrollo de la química y que hoy en día es parte de esta ciencia (fig. 1.50).

## Actividad experimental

**Propósito:** Diseño del artefacto que permite demostrar el principio de conservación de Lavoisier.

### Desarrollo:

1. En equipo diseñen un artefacto cerrado (puede ser un recipiente de plástico suficientemente grande con tapa, donde se pueda demostrar el principio de conservación de la masa cuando se da la reacción entre agua y alguna pastilla efervescente (vitamina C o algún antiácido). Les sugerimos utilizar un globo como tapa del recipiente. No olviden que deben utilizar una balanza para demostrar que el peso del sistema no cambia.
2. Deben tener en mente que en esta reacción se genera un gas llamado dióxido de carbono, el cual ocupa mucho mayor volumen que los materiales originales, y que al no existir intercambio de masa con el exterior, la presión que ejercerá el gas podría generar una explosión si se encuentra en un recipiente cerrado con un volumen menor al que ocupan los materiales que reaccionarán (por eso es necesario el globo como tapa).
3. Con la guía del profesor, dibujen su diseño y luego constrúyanlo. Seguramente notarán defectos que no tomaron en cuenta; realicen cambios cuantas veces sea necesario para llegar a su objetivo. Deberán registrar todos los cambios en una bitácora; en ella podrán incluir fotos, anotaciones, diagramas o lo que a ustedes les sea de utilidad para concluir el diseño.

### Resultados y conclusiones:

Con la información de la bitácora y el artefacto terminado, preparen una exposición donde muestren al salón todo el proceso que realizaron, que puede concluir con el experimento que demuestra el principio de conservación de la masa. Si el profesor autoriza la demostración, tengan en cuenta que es importante usar bata de algodón, lentes de laboratorio y guantes de plástico para protegerse. No olviden que es necesario tomar el peso del sistema antes y después del experimento.

Marca con una ✓ el nivel de logro que alcanzaste

### Aprendizaje esperado

Argumento 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.

- |                |   |  |
|----------------|---|--|
| Nivel de logro | C | Me cuesta entender la importancia del trabajo de Lavoisier para mejorar los mecanismos de investigación. |
|                | B | Entiendo el trabajo de Lavoisier pero no su importancia en la mejora de la investigación.                |
|                | A | Entiendo el trabajo de Lavoisier y por qué mejora los mecanismos de investigación.                       |

Con tu maestro resuelve los casos en que tus logros no sean los mejores.

Marca con una ✓ el nivel de logro que alcanzaste

### Aprendizaje esperado

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

- |                |   |  |
|----------------|---|--|
| Nivel de logro | C | Me cuesta identificar el carácter tentativo de la ciencia y las limitaciones del contexto cultural.      |
|                | B | Puedo identificar el carácter tentativo de la ciencia pero no su relación con el contexto cultural.      |
|                | A | Identifico el carácter tentativo del conocimiento científico y las limitaciones de su contexto cultural. |

Con tu maestro resuelve los casos en que tus logros no sean los mejores.

Cierre

# Proyectos: ahora tú explora, experimenta y actúa. Integración y aplicación



Figura 1.51. La sal de mesa es un condimento y sazónador que se utiliza en la cocina moderna.

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

El objetivo de estos proyectos de investigación es que refuerces lo aprendido durante el bloque y que, con ayuda de tu profesor, compañeros y recursos bibliográficos, logres integrar y exponer estos conocimientos.

### Antecedentes

En cualquier región del mundo, la sal siempre ha sido necesaria para la supervivencia humana y ha tenido papeles muy importantes. En la historia antigua de México, las culturas prehispánicas, en particular la maya y la mexica, utilizaban la sal como moneda de intercambio.

Y durante la segunda mitad del siglo XVI hasta principios del XX, la sal se utilizaba en México con propósitos industriales en la producción de plata. De esta manera, la sal se convirtió en algo fundamental para el país y su economía.

En la actualidad la sal tiene una gran diversidad de usos, entre los que destacan: el consumo humano, como conservador de alimentos (salmuera), en la industria química y en diversos procesos industriales (fig. 1.51).

Los lugares donde se extrae la sal se conocen como salinas o salineras; en esos lugares se deja evaporar el agua salada, para después obtener solo la sal, secarla y recogerla para su distribución y venta.

Existen dos tipos de salinas: las que se encuentran en las costas, llamadas costeras, y las que se encuentran en cuerpos de agua dentro del territorio, como lagos o manantiales, estas son denominadas de interior.

En México existe la salinera más grande del mundo, que está ubicada en Guerrero Negro, Baja California Sur. Esta salinera está a cargo del grupo ESSA (Exportadora de Sal). ESSA es uno de los principales productores y proveedores de sal en el mundo; es una sociedad patrocinada por fideicomisos mexicanos y japoneses.

De acuerdo con el proceso que sigue ESSA para poder llevar a cabo una buena y eficiente extracción de sal, los pasos a seguir son diversos (fig. 1.52).

A simple vista podría parecer que las salineras no representan ningún riesgo para el ambiente, sin embargo esto no es así. Desde hace algunos años diversas organizaciones a favor del medio ambiente y en contra de su contaminación han puesto el ojo en estas industrias, ya que a lo largo del proceso de producción de sal, se generan una serie de desechos conocidos como "amargos". Estos desechos se consideran sustancias de toxicidad comprobada para los organismos que habitan los ecosistemas naturales. Los amargos no son más que los residuos de las salmueras generadas durante la concentración de la sal y el lavado de la misma.

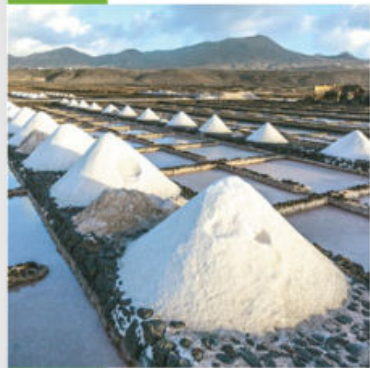


Figura 1.52. La sal se obtiene de un proceso muy elaborado y que toma años para llevarse a cabo.

Estas salmueras al entrar en contacto con el ambiente provocan un desbalance y desequilibrio en la vegetación y fauna circundantes, provocando en la mayoría de los casos intoxicación y muerte. Pues bien, las salineras son un producto de la actividad humana y sus necesidades de obtener recursos del ambiente. Lamentablemente, su explotación muchas veces es desmedida y no se prevén las consecuencias que esto traerá en el futuro sobre el ambiente.

## Etapa 1: Planeación

La información que se te ha proporcionado hasta este momento es un poco de lo que se sabe acerca de cómo opera una salinera. Sin embargo, es de vital importancia que complementes dicha información con tu equipo de trabajo, es decir, debes llevar a cabo una investigación sobre otros aspectos de las salineras y del proceso de extracción de sal que no se han mencionado aquí, así como los efectos que esta industria tiene en el ambiente. Más adelante hablaremos sobre el modo como puedes realizar esta actividad.

Es momento de que tomes cartas en el asunto. Es muy probable que tu comunidad no esté cerca de una salinera; es más, tal vez jamás habías escuchado de la existencia de este tipo de industria. Ahora ya lo sabes, conoces algunas de sus características, así como algunos de sus beneficios y perjuicios.

Con esta investigación te plantearás preguntas que te ayudarán a resolver la interrogante que da título al proyecto: ¿Cómo funciona una salinera y cuál es su impacto en el ambiente?

## Etapa 2: Desarrollo

Planteemos como iniciativa un objetivo al cual debemos llegar. Siguiendo esta línea de construcción, nuestro objetivo de inicio bien puede ser la doble interrogante que da título a este proyecto.

Ahora bien, teniendo en cuenta el objetivo del proyecto, se debe plantear una hipótesis, que será una idea o hecho que tú y tu equipo de trabajo crean que sucederá al llevarse a cabo la investigación. Esta hipótesis es la que se debe comprobar durante el desarrollo del proyecto. Por ejemplo, una de las hipótesis posibles sería plantear que a medida que una salinera desarrolla sus actividades, el impacto ambiental se incrementa a su alrededor.

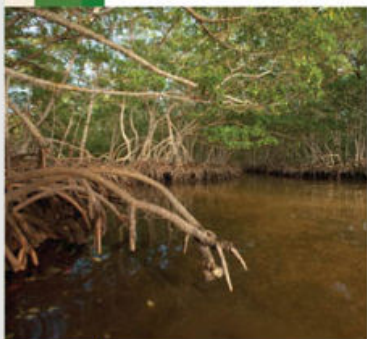
Como esta, tú y tu equipo pueden formular más de una hipótesis para el proyecto, tomando en cuenta que deben llegar a una conclusión tal que pueda reforzar o desmentir dichas hipótesis (fig. 1.53).

Antes de empezar, deben ampliar su marco de referencia, es decir, investigar más sobre las salinas, cómo funcionan y cómo impactan en las zonas donde se encuentran; en pocas palabras todo lo que puedan saber sobre esos lugares. Con ayuda de su profesor indaguen sobre fuentes que puedan ampliar sus conocimientos.



Figura 1.53. Los acuerdos en el grupo de trabajo son esenciales para la elaboración del proyecto.





**Figura 1.54.** Los manglares son un ecosistema propio de algunas zonas donde existen aguas salobres. Las salinas tienen impacto negativo en estos ecosistemas.

Los libros y revistas de investigación que pueden consultar en bibliotecas públicas y virtuales son una opción para informarse sobre las salinas (fig. 1.54).

A partir de la hipótesis generada con anterioridad, planteen un **método** de desarrollo del proyecto, el cual les conducirá hacia su objetivo. Este método debe detallar cada uno de los pasos que planean seguir para realizar y finalizar la investigación. Para ello, recuerden la metodología seguida en los distintos proyectos que ya resolvieron en sus cursos de ciencias anteriores. A medida que encuentren la vía para alcanzar su objetivo, podrán verificar o rechazar la hipótesis planteada.

Es necesario mencionar que un proyecto puede tomar senderos que no habíamos considerado, y simplemente no llegar a ser lo que uno espera. Exacto, tal y como estás pensando, a veces las cosas no salen como queremos. Recuerda que siempre es bueno recapacitar y si es necesario cambiar el camino planteado, y conforme avances te darás cuenta de si tu método es bueno o no.

Es importante volver al trabajo en equipo y llevar a cabo diversas actividades, incluyendo experimentos que los ayuden a obtener resultados y hacer análisis.

### Glosario



**método.** Palabra de la raíz griega *metodos* que significa *camino* o *vía*.

Al hablar de actividades, nos referimos a distintos tipos, desde las que se llevan a cabo mediante encuestas con la finalidad de recabar información (fig. 1.55), hasta los experimentos de laboratorio, que implican sustancias, instrumentos de medición, procesos de separación o mezclado, etc. Digamos que el equipo de trabajo quiere saber qué es eso que llaman salmuera en la descripción del proceso de obtención de sal. Al investigar averiguan que una salmuera es una disolución de sal en agua, la cual está sobresaturada, es decir, hay mayor cantidad de sal en esa porción de agua de la que se puede disolver normalmente.



**Figura 1.55.** La investigación documental es esencial para la elaboración del proyecto.

A continuación deciden realizar una salmuera y comprobar cómo está compuesta. Para ello necesitan agua, sal, un recipiente que se pueda calentar y algo que les permita agitar. Agregan agua al recipiente y poco a poco agregan sal, de manera que a cada cantidad agregada de soluto le sigue una agitación con la cual se consiga la disolución de la sal. A medida que se agrega el soluto y se agita se dan cuenta de que es más difícil conseguir la disolución, hasta que llega un punto en el que ya no se disuelve más sal.

Cuando investigaron, leyeron que para conseguir una salmuera es necesario calentar el agua, ya que esto permite aumentar la solubilidad de la sal en este líquido. Así que someten a calentamiento lento la disolución y poco a poco observan cómo esos residuos que quedaban girando en el agua desaparecen, e incluso se dan la libertad de agregar más sal y disolverla.

Cuando esta disolución se enfría y la sal extra sigue disuelta pueden decir que tienen una salmuera. Incluso con esta disolución podrían continuar experimentando, por ejemplo qué pasará si sumergen una planta en ella, esto con la finalidad de conocer el impacto ecológico que causan las salmueras en el medio ambiente, en particular sobre un organismo vegetal.

© Nueva México

Para ello, podrían investigar qué tipo de plantas soportan condiciones de salinidad alta, conseguir una y colocarla en esta solución. Pero tendrían que tener un experimento paralelo con el cual comparar los resultados obtenidos con la salmuera, y en otros ejemplares de la misma planta pero creciendo en salmuera cada vez más diluida.

¿Lo recién expresado les da idea del tipo de experimento que deben diseñar para constatar la hipótesis? Sería difícil que experimentaran con una salinera real, en cambio, sí pueden experimentar con un modelo que represente a esa salinera. Y los resultados que obtengan, si son cuidadosos con la metodología, muy probablemente serán válidos.

### Etapas 3: Comunicación

Basándose en sus observaciones y análisis, discutan por equipos sobre las ideas de cada quien e intercambien puntos de vista. Discutan también los resultados; dialoguen sobre cómo estructurarán los resultados y cómo los presentarán ante el grupo y el profesor. Esto es un paso muy importante, ya que el impacto que generen en su auditorio depende del método y forma que utilicen para divulgar la información.

Existen muchos recursos para llevar a cabo este proceso; deben elegir el que más se adecue al tipo de proyecto realizado. Por ejemplo, si llevaron a cabo el experimento de la salmuera diluida y las plantas, deberán montar un escenario que permita exponer las disoluciones, y las consecuencias de sumergir una planta en estas.

La parte de investigación teórica la pueden divulgar mediante el uso de dípticos o trípticos que contengan información sintetizada pero completa y algunas de las fuentes de información que ocuparon.

Algunos otros recursos que están disponibles para comunicar el proyecto son el uso de periódicos murales, presentaciones o exposiciones para la divulgación en el salón de clases, incluso una obra de teatro para divulgación en la comunidad, conferencias, etcétera (fig. 1.56).

Es bueno considerar durante la exposición del proyecto los problemas que enfrentaron, o las limitantes de la metodología, los fracasos posibles. También, al momento de presentar los resultados, es importante apoyarse en todos los recursos empleados durante la investigación y la experimentación, como fotografías, videos, entrevistas, etcétera.

Al dar a conocer los resultados del proyecto, lograrán que sus ideas lleguen a otros lugares y que las personas se comiencen a preguntar sobre la importancia que tiene el objeto de estudio del proyecto en sus propias vidas.

Nunca pierdan de vista la importancia que tiene hacer llegar cierta información a personas que ignoran el tema; la difusión y la acción son dos cosas muy importantes durante la realización de un proyecto. Y por qué no pensar más en ello ahora que nuestro planeta atraviesa una condición ecológica compleja y lamentablemente no muy beneficiosa para todos los que lo habitamos.

© Nueva México

### Conexión



Para conocer más acerca de las salinas, visiten la siguiente página web.

<http://contaminacionambiental.net/impacto-ambiental-de-las-salineras/>

(Fecha de consulta: 23 de enero de 2017.)



**Figura 1.56.** La divulgación de los resultados es esencial para involucrar a la comunidad en la problemática.

## Etapa 4: Evaluación

Los proyectos son la oportunidad ideal para permitir el desarrollo, integración y aplicación de los aprendizajes esperados y las competencias que se favorecen en ciencia, por lo que les proponemos que realicen una evaluación de su desempeño durante el bloque al final del proyecto.

Hay dos grandes enfoques para evaluar: cuantitativa o cualitativamente. La evaluación cuantitativa consiste en asignar un número o letra a su desempeño. Tal número representa un nivel en una escala. La evaluación cualitativa, en cambio, busca dar cuenta de cómo se desarrolló un comportamiento, una habilidad o un proceso para ofrecer opciones de mejora. Estas dos formas son complementarias.

Para evaluar su desempeño les proponemos dos formas:

- Una **autoevaluación**, en la cual cada alumno valora su capacidad, el esfuerzo que ha realizado y la calidad de su trabajo.
- La **coevaluación**, con la que se busca valorar el desempeño y las actitudes, valores y habilidades que mostraron los compañeros.

**Autoevaluación.** Este es un momento para reflexionar sobre lo aprendido y cómo se aplicó a una situación determinada, con base en ciertos criterios; así como qué habilidades y actitudes han desarrollado y la forma como las aplican.

Es importante tener en cuenta que durante esta evaluación, además de considerar los conocimientos adquiridos, es necesario reconocer aciertos y errores en el desempeño dentro del equipo, así como la participación en la programación y la realización de las actividades, si el trabajo asignado se entregó a tiempo y se colaboró armónicamente con el equipo, si hubo comunicación cordial con los compañeros, etcétera.

Es importante que en todo momento consideren que esta autoevaluación es una herramienta que les permitirá seguir avanzando y mejorar el proceso de aprendizaje. Un ejemplo de los rubros que pueden utilizar para esta evaluación son los siguientes:

- ¿Tuviste oportunidad de aplicar los conocimientos adquiridos en el bloque?
- ¿Participaste en la selección del proyecto a realizar?
- ¿Colaboraste en la generación de hipótesis para guiar el proyecto?
- ¿Participaste en la elaboración del material de difusión del proyecto?
- ¿Participaste en la comunicación de resultados a la comunidad escolar?

Con la guía del profesor, pueden asignarle valores numéricos a cada rubro y obtener una calificación promedio.

Es importante tener evidencias de lo realizado en clase o en casa para la realización de los proyectos, por ejemplo, respuestas a las actividades, los productos obtenidos (como un folleto o cartel elaborado), las observaciones y conclusiones de cada actividad. Y lo mismo es aplicable para cada una de las secuencias de los contenidos estudiados en los bloques. Esto les servirá para comparar bloque por bloque, proyecto por proyecto, cómo han cambiado sus actitudes y habilidades a lo largo del curso.

© Nueva México

Si en la mayoría de las actividades sus evidencias son de poca calidad y creen que podrían ser mucho mejores, se encuentran en un nivel **novato**. Si en la mitad de sus actividades sus evidencias son de buena calidad pero les falta alguna mejoría, se encuentran en el nivel **en proceso**. En cambio, si en la mayoría de sus actividades sus evidencias tienen pocas formas de mejoría, su nivel es de **experto**. La misma evaluación es aplicable si se trata de alcanzar los aprendizajes esperados de cada bloque.

En la evaluación por equipos se deben identificar aciertos y errores, así como las formas en que se resolvieron los conflictos enfrentados. Es importante enfrentar la evaluación de los compañeros y del profesor atendiendo a las propuestas de mejoras del trabajo señaladas por ellos.

**Coevaluación.** Al concluir cada proyecto y después de llevar a cabo su autoevaluación, reflexionen sobre la participación e involucramiento de los integrantes de su equipo. Para llevar a cabo la coevaluación, anoten en una hoja suelta rubros como los siguientes, con espacio para responder "Siempre", "A veces", "Nunca", y aplíquenla a sus compañeros:

- Realizó correctamente las actividades en el tiempo establecido.
- Resolvió los problemas que se presentaron.
- Asistió a todas las reuniones del equipo.
- Aportó ideas y sugerencias para la elaboración del proyecto.
- Mostró respeto y compromiso en sus participaciones.

Ahora pidan a otro compañero que los evalúe a ustedes con los mismos parámetros. Para completar la evaluación pueden comentar en equipo los resultados, señalando sobre todo los aspectos positivos y reflexionando sobre cómo pueden mejorar.

Para evaluar otros elementos de su desempeño pueden elaborar tablas con parámetros como los que se enlistan a continuación (consúltenlo con su profesor):

### Coevaluación de actitudes y valores

- Respetó la opinión de los demás compañeros.
- Fue responsable durante las actividades colectivas.
- Mostró disposición a participar con otros compañeros.
- Reconoció o asumió el liderazgo durante el trabajo en equipo.
- Fue solidario con los compañeros con capacidades diferentes.

### Coevaluación de habilidades científicas

- Explicó con claridad sus ideas de forma oral y escrita.
- Formuló hipótesis útiles.
- Colaboró en la realización de los experimentos.
- Planteó preguntas interesantes.
- Hizo comentarios útiles que permiten el avance en el trabajo.
- Ofreció respuestas útiles para resolver los problemas planteados.

Estas formas de evaluación deben aplicarse en este proyecto y los otros restantes del libro para que tanto tú como tus compañeros estén conscientes del grado de progreso alcanzado en las habilidades, actitudes y conocimientos que demanda el estudio de la ciencia.

© Nueva México

# Evaluación del bloque 1

Lee el reactivo y responde en tu cuaderno.

## Alimentos transgénicos



En la actualidad existe una clase de alimentos llamados transgénicos o genéticamente modificados. Estos alimentos están modificados en su código genético por la inserción de genes de otras especies que les proporcionan características que no tenían y que los mejoran en algunas o varias de sus cualidades.

Un ejemplo de transgénico es el arroz dorado. Este arroz es una especie modificada genéticamente que incorpora genes de otra planta, el narciso, para que el arroz produzca  $\beta$ -caroteno (vitamina A). La razón de este transgénico es subsanar las deficiencias de vitamina A en poblaciones pobres, principalmente orientales, donde el consumo de arroz está muy difundido.

Sin embargo, este alimento mejorado no se encuentra a libre disposición, ya que muchos grupos ambientalistas pugnan por el derecho a que los consumidores puedan elegir si consumen o no estos productos, obligando a los productores a etiquetarlos con algún distintivo; y a veces se pide la total prohibición de estos alimentos por los posibles o supuestos daños a la salud, al ambiente, la economía y por la generación de diversos problemas éticos y legales.

Una parte de la comunidad científica se encuentra a favor de los transgénicos, posición sustentada en una serie de investigaciones que prueban la inocuidad de estos alimentos en las sociedades donde se aplican; la otra parte se halla en contra, y también presenta pruebas de los daños que generan y podrían generar este tipo de alimentos.

1. Una especie transgénica puede adquirir propiedades y características que no poseía por el efecto de la inserción de:

- A genes. B proteínas.  
C nutrimentos. D vitaminas.

2. ¿Se puede hablar de una reacción química al hecho de conseguir que el arroz dorado produzca  $\beta$ -caroteno? Argumenta tu respuesta.

---

---

---

© Nueva México

Lee el reactivo y responde en tu cuaderno.

## Lago de Pátzcuaro

El agua, como sabes, es un recurso fundamental para el ser humano. Nos valemos de ella para trabajar, cuidarnos y subsistir. Es por eso que es de gran importancia conocer de dónde se obtiene y saber cómo cuidarla. Luisa, estudiante de ciencias del mar, fue a conocer el lago de Pátzcuaro, que se encuentra en el estado de Michoacán. Cuando llegó ahí se maravilló de su belleza y tamaño. Comenzó a preguntarse cuántos litros podría contener ese lago. Sabía que no tenía ningún instrumento para poder medir dicha magnitud, pero contaba con su inteligencia. Ella sabía que el lago tiene un área de  $260 \text{ km}^2$  y que su profundidad media es de 5 metros. Con esto podría estimar la cantidad aproximada de litros en el lago.



1. Obtén el volumen en metros cúbicos.
2. Ahora convierte ese valor a litros. Recuerda que un metro cúbico equivale a 1000 litros.

Solo de pensar en la magnitud de litros que contenía el lago a Luisa le dio mucha sed y recordó que la mayoría de los lagos son de agua dulce. Así pues, tomó una botella limpia vacía que traía en su mochila y la llenó. En ese momento recordó que había oído en la noticias que el lago de Pátzcuaro pudiera estar contaminado, por lo que decidió comprar agua embotellada en una tienda y llevar esta muestra al laboratorio de su escuela y estudiarla. Encontró que en la muestra de un litro de agua había  $0.000001 \text{ mg}$  de fosfatos que pueden provenir de fertilizantes, y si consideraba a esa muestra como representativa, la concentración de tal contaminante sería de  $0.000001 \text{ mg/l}$ . Sin embargo, según datos bibliográficos obtenidos, ella sabe que en el lago de Chapala la concentración de fosfatos es de  $0.64 \text{ ppm}$ .

3. ¿Cuál de las dos muestras tiene una mayor concentración de fosfatos?
4. Si el valor máximo permitido de fosfatos en agua potable es de  $0.1 \text{ ppm}$ , ¿el agua del lago de Pátzcuaro es segura para beber?

© Nueva México

Lee el reactivo y responde en tu cuaderno.

### La destilación



Se desea separar una mezcla, la cual está en el matraz bola. Este está sujeto a un soporte y en contacto con una parrilla y mezcladora magnética. Si se calienta la mezcla, alguno de sus componentes se evaporará y entrará en contacto con el termómetro de la parte superior, donde se registra la temperatura de vapor. El vapor seguirá su camino a través del conducto de refrigeración, el cual consta de dos tubos concéntricos que en su parte exterior permite el paso de algún líquido frío (refrigerante) y en su parte interior permite el paso de los vapores de la mezcla. En su paso por el refrigerante, el vapor se condensa y, ya en estado líquido, se recolecta en un matraz recolector.

Para que dos sustancias puedan separarse por medio de este método, es necesario que sus puntos de ebullición difieran en un mínimo de cinco grados Celsius.

Si se tiene una mezcla de etanol (p. e. 78 °C), agua (p. e. 100 °C), ácido acético (p. e. 118 °C) y ácido fórmico (p. e. 101 °C):

1. ¿Cuál es el orden en el que se evaporan estas sustancias?  
A Etanol, agua, ácido acético, ácido fórmico  
B Agua, ácido fórmico, etanol, ácido acético  
C Etanol, agua, ácido fórmico, ácido acético  
D Ácido acético, ácido fórmico, etanol, agua
2. En el momento en que se evapora el ácido acético, ¿qué temperatura marcará el termómetro?  
A 100 °C                      B 180 °C                      C 78 °C                      D 118 °C
3. ¿A qué temperatura debe estar el refrigerante para condensar los vapores de cualquiera de estas sustancias?  
A 180 °C                      B 78 °C                      C 180 °C                      D 118 °C
4. ¿Qué componentes no será posible separar por este método?  
A Agua y etanol                      B Agua y ácido acético  
C Ácido fórmico y agua                      D Ácido acético y ácido fórmico

© Nueva México

Lee el reactivo y registra las respuestas en tu cuaderno.

### Reciclaje del vidrio



Los fabricantes de vidrio solicitan vidrio roto para agregarlo a material nuevo. No existe dificultad para reciclar vidrio incoloro o vidrio ámbar porque el mercado para esta clase de vidrio es grande. Pero para el vidrio verde, sí es un problema el reciclaje.

Debido al colorante que se le agrega al vidrio para volverlo verde, el desperdicio no puede mezclarse con vidrio incoloro o ámbar. Por esta razón, a menudo los centros de reciclaje clasifican al vidrio según su color. El vidrio clasificado se coloca en rampas diferentes y se procesa por separado en los molinos de vidrio. Los productos finales son conducidos a las plantas de vidrio, que pagan más por el vidrio clasificado.

Muchos países buscan nuevos mercados para utilizar el vidrio, por ejemplo, se quiere usar un 10% de desperdicio de vidrio verde o mezclado en el asfalto de las carreteras. También, existe la fabricación de fibra, espuma de vidrio, aislante de tabla-roca, vajillas, figuras decorativas, etcétera.

1. ¿Por qué no se puede mezclar el desperdicio de vidrio verde con vidrio incoloro o ámbar?  
A Porque el material contiene colorante.  
B Porque su material es más resistente.  
C Porque su material es más caro.  
D Porque solo hay pocas botellas verdes.
2. ¿Cuál es la ventaja de separar el vidrio por colores?  
A Se pueden hacer mejores productos con el vidrio verde puro.  
B Las plantas de vidrio pagan más por el vidrio clasificado.  
C Para los centros de reciclaje es más fácil separar el vidrio.  
D Muchos países compran vidrio separado para fabricar materiales.
3. Aunque la ley de la conservación de la materia se puede aplicar a todos los materiales, ¿por qué el desperdicio del vidrio es un problema más serio que el desperdicio de alimentos o la materia orgánica?

© Nueva México



## Las propiedades de los materiales y su clasificación química

Los enlaces químicos que mantienen unidas las moléculas de agua permiten que en nuestro planeta la encontremos en sus tres estados de agregación.

Todos los materiales poseen distintas propiedades físicas que nos permiten caracterizarlos, tales como la masa y el volumen, o el estado de agregación en que se encuentran (sólido, líquido o gaseoso).

Sin embargo, para clasificar químicamente a los materiales los científicos han tenido que recorrer un largo camino que los ha llevado al análisis de las partículas que conforman la materia, que antes se creían indivisibles y que, ahora se sabe, están constituidas a la vez de subpartículas.

Este conocimiento se ha organizado y condensado en la tabla periódica, que concentra las características químicas de los elementos que constituyen la Naturaleza, desde una partícula de polvo, o un microorganismo, hasta el Universo entero.

### 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

© Nueva México

elaborados con diferentes metales (cobre, aluminio, plomo, hierro), con el fin de tomar decisiones para promover su rechazo, reducción, reúso y reciclado.

- Identifica el análisis y la sistematización de resultados como características del trabajo científico realizado por Cannizzaro, al establecer la distinción entre masa molecular y masa atómica.
- Identifica la importancia de la organización y sistematización de elementos con base en su masa atómica, en la tabla periódica de Mendeleiev, que lo llevó a la predicción de algunos elementos aún desconocidos.
- Argumenta la importancia y los mecanismos de la comunicación de ideas y productos de la ciencia como una forma de socializar el conocimiento.
- Identifica la información de la tabla periódica, analiza sus regularidades y su importancia en la organización de los elementos químicos.
- Identifica que los átomos de los diferentes elementos se caracterizan por el número de protones que los forman.

© Nueva México

- 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.

# Clasificación de los materiales

Inicio

## 1.1 Mezclas y sustancias puras: compuestos y elementos

El oro es uno de los metales más apreciados por la humanidad; desde épocas remotas su posesión ha sido objeto de rivalidades y guerras. Hoy se utiliza en una variedad de aplicaciones tecnológicas, como patrón de cambio y como reserva económica de bancos internacionales, pero es común encontrarlo en joyas, mezclado en diversas proporciones y, por tanto, en distintos grados de pureza; la razón de lo anterior es que como el oro puro es demasiado blando, se mezcla con plata o cobre para conferirle dureza (fig. 2.1). Reflexiona:

- Los objetos de oro que conoces, ¿son mezcla de varios materiales o de uno solo?
- ¿De qué depende el valor de las joyas: del trabajo de los artesanos o de la pureza del material?

Desarrollo



Figura 2.1. Oro de 24 K en forma de lingotes para su almacenamiento.

El término **pureza** tiene varias acepciones. Una de ellas se refiere a que un material o una sustancia es pura si no se encuentra mezclada con otra. En el caso del oro, la pureza se describe técnicamente con una unidad llamada quilate (K o kt), que representa la veinticuatroava parte de toda la masa de un metal. Por ejemplo, en una pieza de 18 quilates de oro hay 18 partes de oro y 6 partes de otro material; por tanto, una pieza de 24 quilates sería de oro puro.

Cuando hablamos de una sustancia pura en química, nos referimos a la certeza experimental de que está formada por partes idénticas. Esta certeza surge del método experimental que utilizemos, por ejemplo, nunca lograremos separar agua de alcohol al 100% por medio de la destilación, ya que la mezcla de estas dos sustancias es tan estable que por este método solo es posible separarlas al 96%. A pesar de lo anterior es posible separar agua de alcohol totalmente utilizando sustancias químicas como el sodio. Para ello, se introduce una porción de sodio en alcohol; si este reacciona, significa que aún contiene agua y, por tanto, que no es puro.

Por lo anterior, podemos decir que la pureza de una sustancia también depende del método de separación y análisis con que contemos; cuanto mayor sea la efectividad de cualquiera de ellos, lograremos sustancias mucho más puras, pero ¿dónde se encuentra el límite para asegurar que una sustancia es 100% pura? En ocasiones, esto rebasa nuestras capacidades humanas, así que tendremos que contentarnos con la pureza relativa que podemos alcanzar por los métodos conocidos.

© Nueva México

### Elementos, mezclas y compuestos

El aire es una mezcla homogénea formada de nitrógeno (78%), oxígeno (21%), vapor de agua (de 0 a 7%) y pequeñas cantidades de dióxido de carbono, hidrógeno y otros gases nobles. La mayoría de sus componentes son sustancias puras.

Si clasificas una pieza de materia como pura, quiere decir que está compuesta de una sola sustancia; sin embargo, existen dos tipos de sustancias: las que se pueden separar y las que no.

Cuando el nitrógeno, el oxígeno, el hidrógeno o un gas noble se encuentran solos, tenemos una sustancia pura llamada **elemento**; podemos distinguir esto porque todas sus moléculas son iguales, es decir, están formadas por un mismo tipo de átomos. La particularidad de los elementos es que no se pueden separar en sustancias más simples, por ello se puede decir que son la forma más sencilla de la materia.

¿Has escuchado hablar de la tabla periódica de los elementos? En ella se clasifican todos los elementos que existen en la Naturaleza, con sus símbolos respectivos, y en algunos casos, fotografías de muestras de los elementos que existen en forma natural. Estos símbolos de los elementos son parte del lenguaje de la química.

Ahora bien, si la materia pura está formada por una sustancia que se puede descomponer en otra más simple, entonces estamos frente a una sustancia llamada **compuesto**. Tal es el caso del agua, un compuesto que estudiaremos más adelante (fig. 2.2).

Los elementos que constituyen un compuesto se combinan químicamente para formar esta nueva sustancia que posee un conjunto de propiedades únicas. Por ejemplo, la plata es un metal sólido, mientras que el bromo es un líquido rojo muy venenoso. Al unirse químicamente forman el bromuro de plata, que es un sólido cristalino utilizado para elaborar papel fotográfico y que tiene aplicación en impresiones diversas.

Si todos estos elementos y compuestos están juntos, tendremos una **mezcla**, como es el caso del aire. Es importante puntualizar que el aire es una mezcla homogénea, ya que en ella no es posible distinguir fases. En la figura 2.3 te mostramos cómo puede subdividirse la materia.

### ¿De qué está hecho?

Ahora que ya sabemos un poco sobre la pureza, los elementos, los compuestos y las mezclas, habrá que preguntarnos a qué nos referimos cuando decimos que una sustancia está compuesta por partes idénticas. ¿Cómo son esas partes? ¿Cómo podemos saber si se trata de una parte o

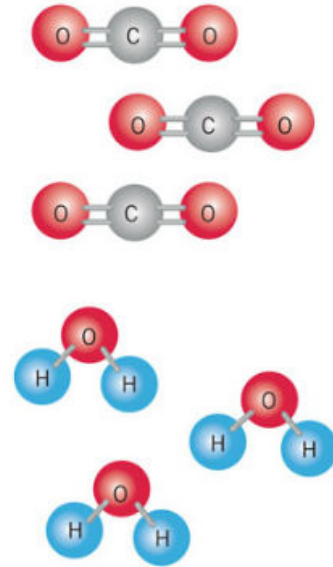


Figura 2.2. Un compuesto es la combinación química de dos o más elementos distintos.

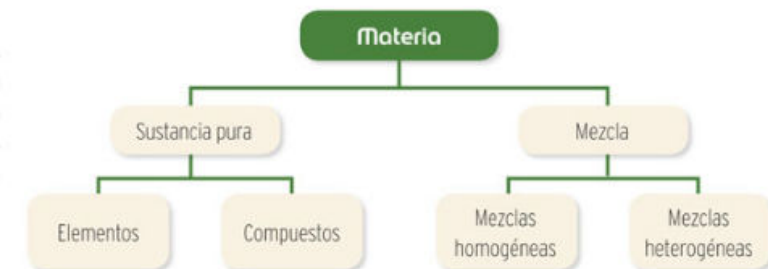


Figura 2.3. Las sustancias puras se subdividen en elementos y compuestos.

### Conexión

Para obtener mayor información y detalles sobre los elementos, las mezclas y los compuestos, puedes revisar la siguiente página electrónica. Además, se ofrecen otros temas interesantes sobre las propiedades de la materia.

<http://www.objetos.unam.mx/quimica/sustanciasPuras/index.html>

(Fecha de consulta: 19 de octubre de 2016.)



**Figura 2.4.** La evaporación es un método físico útil para separar una mezcla de agua y azúcar.

si en realidad es un conjunto de ellas? Durante siglos, los químicos trataron de responder estas preguntas, y solo hasta hace poco tiempo se pudo dar una respuesta concreta.

En el bloque 1 revisaste las aportaciones de Lavoisier, en particular la ley de conservación de la masa. Según recordarás, en el pasado los químicos consideraron que algunas mezclas como el aire eran sustancias puras y no una combinación de las mismas. No fue sino hasta que se desarrollaron las técnicas, los modelos y los instrumentos de medición necesarios que se pudo llegar a conclusiones acertadas.

Veamos un ejemplo más cercano: imagina que tienes enfrente un vaso lleno de agua con azúcar. ¿Cómo lo clasificarías: como mezcla o como sustancia pura? Podrías reconocer que se trata de una mezcla si conoces el procedimiento por el cual se preparó; en caso contrario, podrías pensar que es una sustancia pura que se parece al agua pero que es distinta por su sabor dulce.

Si tienes mente de químico, de inmediato tratarás de investigar de qué se trata; para ello, tendrías que aplicar alguno de los métodos de separación que conoces, como la evaporación, y al emplearlo encontrarías que una sustancia se evapora en forma de vapor (agua) y que otra (el azúcar) se queda dentro del recipiente en forma de sólido (fig. 2.4).

En caso de haber razonado así, este comportamiento indicaría que tu especulación inicial era incorrecta, pues creías que se trataba de una sustancia pura semejante al agua y resultó que en realidad estaba compuesta por más de una.

Existen otros métodos de separación más eficaces para separar mezclas. Retomemos una de las sustancias obtenidas en la evaporación: el vapor. Si lo dejamos enfriar se condensará y obtendremos una sustancia líquida que, como puedes suponer, es agua. En sí, esta es una sustancia pura, ya que no podemos separarla por ningún método físico habitual.

En el pasado, los científicos que se preguntaron si podían separar el agua encontraron la respuesta gracias a un método llamado **electrólisis**. Este consiste en hacer pasar corriente eléctrica a través del líquido, en este caso agua, lo que da como resultado su descomposición en dos gases. Al analizar estos gases se llegó a la conclusión de que se habían obtenido hidrógeno y oxígeno.

Como ves, el agua, una sustancia que solemos considerar pura, está formada por hidrógeno y oxígeno.

Un hecho curioso que vale la pena resaltar es que la electrólisis fue descubierta accidentalmente, al intentar construir la pila de Alessandro Volta y conectar los electrodos a un depósito que contenía agua. Esto es prueba de que a veces, en ciencia, queriendo llegar a una meta, por "error" se llega a otra.

© Nueva México

## Actividad experimental

Para realizar la actividad es necesaria la supervisión del profesor; además, se requiere utilizar bata de algodón, lentes y guantes de plástico, e investigar acerca de las propiedades físicas y químicas de las sustancias que se utilizarán.

**Propósito:** Separar el agua en hidrógeno y oxígeno mediante la electrólisis.

### Materiales:

- 1 vaso de precipitados
- 1 pila de 9 voltios
- Cinta adhesiva
- Agua
- 2 cables de cobre recubiertos
- 2 tubos de ensayo
- Cerillos
- Sal de mesa

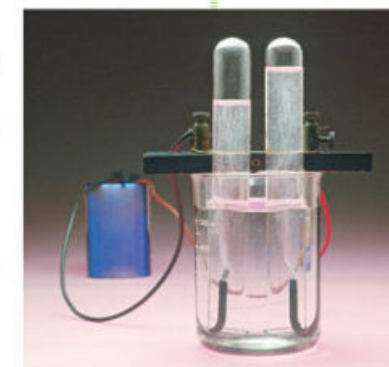
### Procedimiento:

1. Por equipos marquen los tubos de ensayo con números y fíjenlos dentro del vaso de precipitados con las bocas hacia abajo y dejando un espacio entre la base y estos.
2. Mezclen una pizca de sal en medio litro de agua, y llenen el dispositivo asegurando que los tubos de ensayo se encuentren completamente llenos de la disolución.
3. Coloquen una punta pelada de cada cable en el interior de cada tubo de ensayo.
4. Conecten los cables a la pila de 9 voltios, uno al polo positivo y el otro al negativo.
5. El dispositivo quedará como se muestra en la figura 2.5.
6. Cuando se acumule suficiente gas en cada tubo, desconecten los cables de la pila y retiren los tubos de ensayo cuidando que el gas atrapado en ellos no se escape.
7. Enciendan un cerillo e introdúzcalo en cada tubo.

### Resultados y conclusiones:

- Describan y reporten en su bitácora todo lo sucedido en el proceso. Después respondan las preguntas:
  - ¿Qué ocurrió al poner en contacto el cerillo encendido con los dos gases obtenidos?
  - ¿A qué creen que se debe?

Discutan sus observaciones y lleguen a una conclusión que puedan exponer a otros equipos con el propósito de obtener una conclusión grupal.



**Figura 2.5.** Dispositivo para electrólisis, útil en la separación del hidrógeno y el oxígeno.

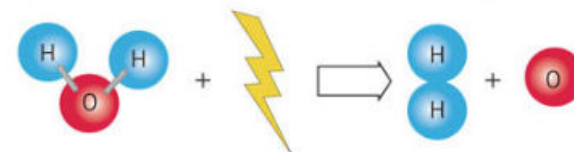
## Ciencia a la mano

¿Sabías que la tinta china en realidad no es una mezcla homogénea aun cuando eso parezca? En realidad la tinta china es una mezcla heterogénea formada por agua y diminutas partículas de carbono que se pueden producir por la combustión incompleta de hidrocarburos. Hoy en día existen una variedad de pigmentos que simulan la tinta china por medio de mezclas homogéneas de distintos pigmentos sintéticos que pueden ser separados por medio de cromatografía en sus distintos componentes.

## Modelo corpuscular

Como estudiaste en tus clases de física, con frecuencia los científicos se valen de modelos para estudiar los fenómenos de la Naturaleza. En la vida cotidiana seguramente has visto diversos modelos de objetos en pequeña escala, como las maquetas de los edificios, aviones a escala, etcétera. Para los diseñadores, arquitectos e ingenieros es conveniente trabajar con maquetas. Los químicos prefieren utilizar modelos, pues ayudan a visualizar las estructuras tridimensionales de las sustancias.

El fenómeno de electrólisis del agua que pudiste apreciar en la actividad anterior se puede representar como se muestra en la figura 2.6.



**Figura 2.6.** Representación gráfica de la reacción de electrólisis del agua.

## Conexión

Para saber más sobre este contenido, consulta:

Chamizo, José Antonio y Yosune Chamizo Alberro. *Los cuatro elementos*, Espejo de Urania, SEP/Santillana, México, 2002.

## Conexión

En la siguiente página electrónica podrás encontrar un texto ilustrado que proporciona diversos ejemplos sobre el modelo corpuscular y los estados de agregación; también encontrarás una serie de actividades para reafirmar tus conocimientos.

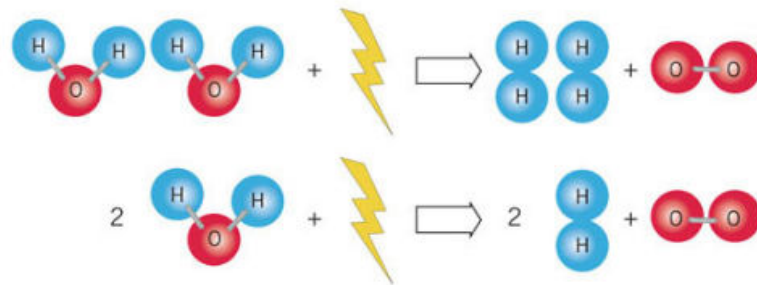
[http://www.dad.uncu.edu.ar/upload/Unidad\\_1\\_8vo\\_2011\\_Prof\\_Nora\\_Besso](http://www.dad.uncu.edu.ar/upload/Unidad_1_8vo_2011_Prof_Nora_Besso)

(Fecha de consulta: 19 de octubre 2016.)

Figura 2.7. Representación gráfica de la reacción completa de electrólisis del agua.

En la imagen anterior, el agua está formada por tres esferas que representan al elemento oxígeno (en rojo) unido a dos hidrógenos (en azul). Cuando el agua entra en contacto con la corriente eléctrica (representada por el rayo amarillo), se rompen sus uniones para dar como producto los elementos por separado: dos esferas de hidrógeno y una de oxígeno.

Lo que en realidad sucede es que dos estructuras o compuestos de agua entran en contacto con la corriente eléctrica, lo cual rompe sus uniones para dar como resultado cuatro esferas de hidrógeno que se unen en grupos de dos, y dos esferas de oxígeno que se unen entre sí (fig. 2.7).



Esta forma de representar a las sustancias se basa en el llamado **modelo corpuscular**. Este plantea que las sustancias pueden entenderse como pequeñas esferas rodeadas por el vacío.

El modelo corpuscular es muy útil para diferenciar entre elementos, compuestos y mezclas si antes conocemos la pureza y composición de las sustancias. Veamos algunos ejemplos.

El hierro es un metal duro y tenaz (que opone resistencia a romperse o deformarse), con características magnéticas, cuyo símbolo químico es Fe. Muchas herramientas que utilizamos cotidianamente están elaboradas con este metal, como sartenes, clavos, varillas, tuercas, tornillos, etcétera. Sin embargo, el hierro presenta una debilidad: se oxida al entrar en contacto con la humedad y el oxígeno del aire, produciendo una sustancia de color rojo o anaranjado que es utilizada como pigmento, y que químicamente se representa así:  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ .

El problema de esta transformación del hierro es que se pierden las propiedades metálicas que en un inicio se aprovecharon para utilizarlo en la fabricación de herramientas, y en su lugar tenemos un pigmento. En la figura 2.8 puedes ver la representación corpuscular de estos materiales.

Como puedes observar, el hierro, que es un elemento, solo está formado por Fe, que se representa como esferas de color anaranjado, mientras que el óxido de hierro es un compuesto, ya que está formado por oxígeno y hierro.

Para evitar el problema de la oxidación y hacer más duradero el material, se descubrió que al mezclar el hierro con átomos o esferas de carbono y cromo se obtenía un material resistente a la oxidación. A este material se le llamó acero inoxidable.

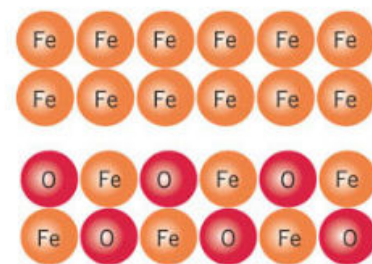


Figura 2.8. Representación corpuscular del hierro (Fe) y del óxido de hierro ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ).

## Actividad

**Propósito:** Aplicación de diversos criterios para clasificar materiales.

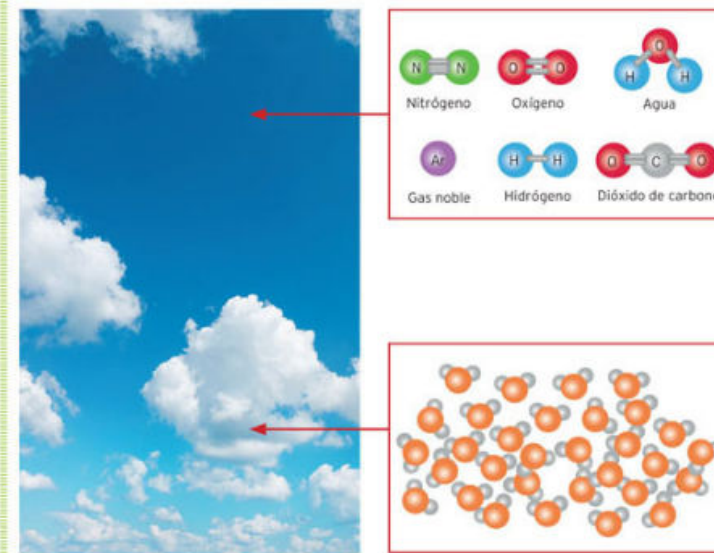
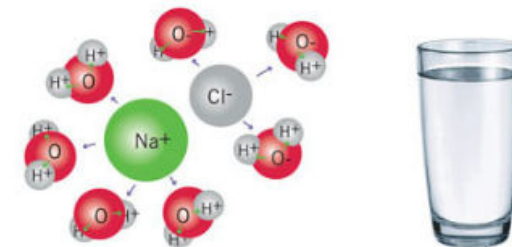
**Desarrollo:**

**Actividad 1:**

- Por parejas investiguen alguna aleación de oro que dé como resultado una mezcla de 18, 20 y 24 quilates.
- Representen en un dibujo cómo son estas mezclas según el modelo corpuscular de la materia.

**Actividad 2:**

- Vean las siguientes imágenes de mezclas y determinen los elementos y compuestos que las forman.
- Según sus propiedades macroscópicas, ¿son mezclas homogéneas o heterogéneas?
- Anoten las respuestas en su bitácora.



**Resultados y conclusiones:**

Comparen la representación obtenida por parejas y, con la coordinación del profesor, identifiquen qué elementos o compuestos forman las imágenes de la actividad 2.

Marca con una ✓ el nivel de logro que alcanzaste

### Aprendizaje esperado

Establezco criterios para clasificar materiales cotidianos en mezclas, compuestos y elementos considerando su composición y pureza.

- |                |   |  |
|----------------|---|--|
| Nivel de logro | C | Me cuesta establecer criterios para clasificar materiales cotidianos en mezclas, compuestos y elementos. |
|                | B | Puedo clasificar materiales cotidianos en mezclas y compuestos, pero no en elementos.                    |
|                | A | Puedo establecer criterios para clasificar materiales cotidianos en mezclas, compuestos y elementos.     |

Con tu maestro resuelve los casos en que tus logros no sean los mejores.

Marca con una ✓ el nivel de logro que alcanzaste

### Aprendizaje esperado

Represento y diferencio mezclas, compuestos y elementos con base en el modelo corpuscular.

- |                |   |  |
|----------------|---|--|
| Nivel de logro | C | Me cuesta entender el modelo corpuscular.  |
|                | B | Entiendo el modelo corpuscular, pero me cuesta diferenciar mezclas, compuestos y elementos.        |
|                | A | Puedo representar y diferenciar mezclas, compuestos y elementos con base en el modelo corpuscular. |

Con tu maestro resuelve los casos en que tus logros no sean los mejores.



## 2.1 Modelo atómico de Bohr

Las matrioshkas son muñecas rusas de madera, huecas en su interior. Por dentro contienen una muñeca más chica; esta contiene a otra aún más chica y así sucesivamente, hasta que se llega a la más pequeña (fig. 2.9). Reflexiona:

- Si pudiéramos seguir con esta secuencia de obtener muñecas cada vez más pequeñas, ¿cuántas serían necesarias para no poder dividir las más?
- Si las muñecas están hechas de madera, ¿tendríamos que pulverizar esta para seguirla dividiendo? ¿Por qué?



**Figura 2.9.** Al igual que estas muñecas rusas, la materia se puede dividir en partes cada vez más pequeñas hasta llegar a sus átomos, las partículas más pequeñas que existen.

En general, si tomamos cualquier porción de materia, de la naturaleza que sea, y la cortamos en pedazos cada vez más pequeños, ¿hasta dónde podríamos cortar? Esta pregunta ha estado en la mente de los seres humanos desde hace siglos. Sin embargo, los científicos llegaron a la conclusión de que si dividimos la materia hasta la parte más pequeña, tanto que ya no pudiéramos percibirla con nuestros sentidos, llegaríamos a un límite que actualmente llamamos átomo, una partícula cuyo nombre significa "indivisible".

Hoy se ha demostrado la existencia de los átomos por medio de diversos experimentos, y su entendimiento nos ha permitido abrir la puerta a un mundo lleno de nuevos conocimientos y adelantos tecnológicos, pero también de innumerables misterios aún sin respuesta. Tal vez una de las ideas más antiguas y fundamentales que ha construido el ser humano a través de la observación de la Naturaleza y de su interpretación por medio de la ciencia, es la del átomo.

### La línea de tiempo atómico y sus modelos

Aproximadamente en el año 500 a. de C., los filósofos griegos **Leucipo** y **Demócrito** sostuvieron que el mundo estaba construido de pequeñas partículas llamadas átomos; parece que llegaron a esta conclusión mediante la sola especulación racional, ya que en esa época no se consideraba la experimentación.

Se cree que una pregunta similar a "¿cuántas veces se puede cortar un objeto?" los llevó a este razonamiento, y especularon que podían cortarlo varias veces hasta llegar a un límite que llamaron átomo. Lo anterior significa que la unidad de construcción de toda la materia existente es única y solo una, y que a partir de esta se puede formar cualquier material conocido.

© NuevaMéxico

Esta idea no fue aceptada durante mucho tiempo, pero en los siglos XVI, XVII y XVIII científicos como Galileo, Boyle, Descartes, Newton y Maxwell utilizaron el concepto de átomo para explicar algunos fenómenos naturales. No fue sino hasta principios del siglo XIX cuando **John Dalton**, un profesor inglés, retomó estas ideas para fundamentar una teoría que significó un gran paso para comprender la composición de los elementos y compuestos químicos, y para entender las reacciones que se llevan a cabo entre ellos.

La teoría de Dalton menciona que los átomos son esferas indestructibles e indivisibles; que los elementos son sustancias constituidas por un solo tipo de átomo, y que los compuestos son sustancias formadas por combinaciones de más de un tipo de átomo a las que llamó **moléculas**.

Sus ideas fueron aceptadas por un gran número de científicos, pero muchos otros no creyeron en la existencia del átomo y la consideraban una idea sin fundamento científico. Aún faltaban muchas pruebas experimentales que demostraran la existencia y la naturaleza del átomo.

### Los átomos sí se dividen

Una de las pruebas que demostraron la existencia del átomo fue el experimento realizado por **John Thomson** en 1897, que consistió en hacer pasar una corriente eléctrica a través de un tubo de vidrio lleno de gas, similar al de los focos ahorradores actuales. Este científico notó que se generaba un tipo de rayos (se les llamó rayos catódicos) que viajaban en línea recta, poseían carga negativa y una masa infinitamente pequeña.

Mediante diversos cálculos y sucesivos experimentos, Thomson concluyó que los átomos en realidad no eran partículas indivisibles como pensaban Demócrito y Dalton, sino que existían otras partículas mucho más pequeñas. A partir de esta información, Thomson planteó que el átomo estaba formado por una esfera de carga positiva, rodeada de partículas negativas (**electrones**) necesarias para contrarrestar la carga positiva de la esfera mayor, ya que los átomos por lo general son neutros (fig. 2.10).

Conforme se iba investigando más al respecto, surgieron nuevas interrogantes, por ejemplo, si los electrones tienen menor masa que los átomos, y tienen carga negativa, ¿cómo explicar la carga positiva de esa esfera postulada por Thomson?

Siguiendo diversos caminos experimentales, un grupo de investigadores bombardearon una finísima lámina de oro con un rayo constituido por cierto tipo de partículas (partículas alfa, cargadas positivamente). Se esperaba que esas partículas atravesaran la lámina de oro, pero se descubrió que algunas de ellas rebotaban. Estos resultados llevaron a **Ernest Rutherford** (1871-1937) a plantear un nuevo modelo de la estructura atómica en 1911.

De acuerdo con Rutherford, la información del experimento de la lámina de oro reveló la existencia de partículas **subatómicas** llamadas **protones**, cargadas positivamente (de no haber estado cargadas, no hubieran repelido el bombardeo de partículas alfa).

© NuevaMéxico

### Conexión

Para saber más sobre el tema, en la videoteca escolar puedes encontrar:

*El mundo de la química. Volumen 3. El átomo.* VideoSEP.



**Figura 2.10.** Representación del modelo de Thomson, llamado "pudín de pasas".

### Glosario

**subatómico.** Nivel estructural inferior al del átomo y que contiene a los protones, electrones y neutrones.

Saber de la existencia de los protones sustituyó la esfera de carga positiva propuesta en el modelo de Thomson. De igual manera, Rutherford determinó que los electrones se encontraban en constante movimiento girando en órbitas alrededor de una zona del átomo llamada **núcleo**, la cual debía contener la mayor parte de la masa del átomo y su carga positiva.

Algo muy extraño y difícil de explicar para este modelo era que entre el núcleo y los electrones debía de existir un gran vacío. Para que comprendas cuán grande debe ser tal vacío, imagina que te encuentras en un estadio de fútbol y que una canica en la mitad de la cancha es el núcleo del átomo. Mediante esta analogía podríamos decir que los electrones estarían girando a una distancia comparable a la que existe entre la canica y las butacas más alejadas de la cancha. Lo anterior significa que toda la materia está formada por partículas con un volumen mayoritariamente vacío.

Pero aún existían interrogantes para Rutherford: si dos cargas con signos iguales se repelen, como ya sabes que sucede, ¿a qué podía deberse que los protones localizados en el núcleo se mantuviesen unidos? Más aún, conforme a otras evidencias experimentales, se sabía que el elemento llamado hidrógeno contenía un protón, y que el elemento llamado helio contenía dos protones; sin embargo, el helio pesaba cuatro veces más que el hidrógeno, y no dos, como era de esperarse.

Estas preguntas fueron contestadas en 1932 por otro científico llamado **James Chadwick**, quien mediante diversos experimentos determinó la existencia de una nueva partícula subatómica con masa similar a la del protón, también localizada en el núcleo del átomo pero que no presentaba carga, por lo cual recibió el nombre de **neutrón**.

Debido a las similitudes que presenta el modelo de Rutherford con la estructura del Sistema Solar, en el que los electrones desempeñan el papel de los planetas y el núcleo el del Sol, este modelo atómico recibe el nombre de **modelo planetario de Rutherford** (fig. 2.11).

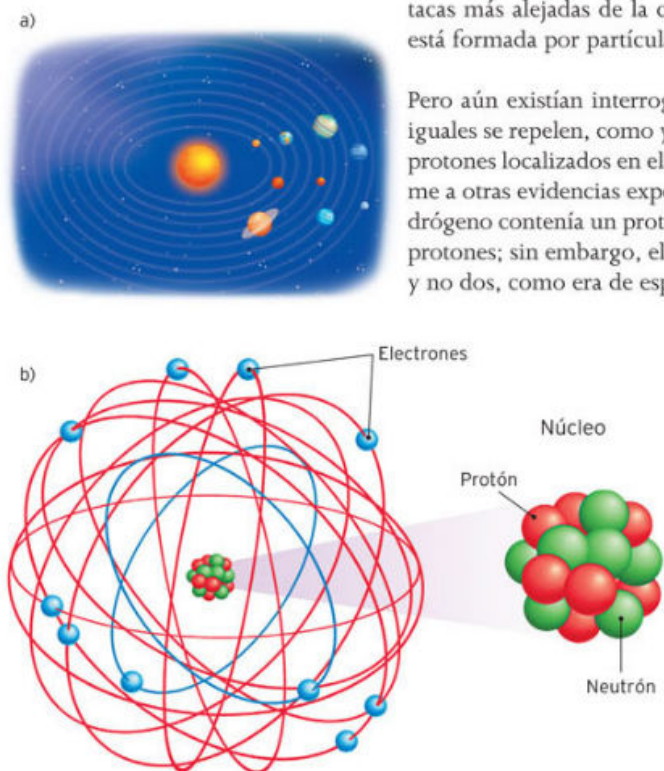


Figura 2.11. Representación a) del Sistema Solar y b) del modelo atómico de Rutherford. ¿Qué similitudes encuentras?

### Actividad

- Reúnete con otro compañero y realicen lo que se pide:
  - Mediante un dibujo, indiquen la posición, carga y nombre de las partículas subatómicas dentro del modelo planetario, garantizando que el átomo dibujado sea neutro.
- Después, respondan en su cuaderno.
  - ¿Cuál es la carga de este átomo si se le retira un electrón? Justifiquen su respuesta e investiguen el nombre que recibe esta clase de átomos.
  - Pueden confirmar sus respuestas contrastándolas con las de los otros compañeros. Si aún tienen duda, consúltenlo con el profesor.

© Nueva México

### Modelo atómico de Bohr

El modelo planetario de Rutherford ofrece mucha información acerca de la estructura atómica. A partir de él, sabemos que el átomo está constituido de un núcleo con carga positiva, formado por neutrones y protones que contienen la mayor parte de la masa del átomo, mientras que los electrones con carga negativa y una masa 1 836 veces menor con respecto al protón, se encuentran girando en órbitas alrededor del núcleo.

En ese momento de la historia, parecía que Rutherford lograba explicar la estructura atómica de manera completa. Sin embargo, nuevas evidencias experimentales revelaron que los átomos no se comportaban según predecía ese modelo; en particular, no concordaban con los conocimientos que en ese entonces se tenían sobre física.

¿A qué nos referimos? A conceptos desarrollados por Newton en el siglo XVII y que explican el movimiento de los objetos y la velocidad a la que se desplazan, entre otros aspectos, pero que no explican la existencia de los átomos en el sentido de que estos, según la evidencia experimental, están compuestos por distintas partículas cargadas positiva o negativamente, es decir, que son una forma de energía, y la energía no se mantiene constante, sino que se encuentra en un estado de transformación permanente.

Dado que Rutherford se basó en Newton, las fallas de su modelo se fueron acumulando con el tiempo, hasta que dejó de explicar los nuevos resultados experimentales.

Uno de los fenómenos más estudiados en esta área era la emisión de radiación del hidrógeno al administrarle energía. Suena un poco extraño, pero estamos familiarizados con tal fenómeno, por ejemplo, cuando calentamos una aguja y se pone al rojo vivo: al inicio emite una luz anaranjada, pero si seguimos calentando, puede emitir luz azulada o incluso blanca. Este fenómeno es semejante en cada elemento químico: el helio, el sodio o el zinc; cada uno emite un tipo de luz, la cual es una forma de energía.

En 1913, al estudiar las emisiones de energía que presentaba el hidrógeno (fig. 2.12), **Niels Bohr** (1885-1962) determinó que los electrones de un átomo no podían tener cualquier cantidad de energía, sino que esta debe tener valores específicos. La consecuencia de esta idea es que los electrones deben estar ubicados alrededor del núcleo en diferentes regiones espaciales llamadas **niveles electrónicos**.

Observa en la figura 2.13 cómo se organizan los electrones alrededor del núcleo atómico de acuerdo con el modelo de Bohr. Este modelo, al igual que el generado por Rutherford, plantea que los electrones se encuentran alrededor del núcleo; la diferencia consiste en que en este caso los electrones solo pueden estar en órbitas definidas.

### Ciencia a la mano

Aunque parece que el modelo de Bohr no tiene que ver con nuestra vida cotidiana, miles de aparatos y distintas tecnologías fundamentan su mecanismo en ese modelo. Por ejemplo, el horno de microondas utiliza estos principios para generar radiación que solo excita energéticamente a las moléculas de agua. Puedes hacer este sencillo experimento: mete al microondas dos recipientes, uno con aceite y otro con agua, por unos 30 segundos, observarás que el aceite apenas se entibia mientras que el agua sí estará caliente, lo cual prueba que los átomos solo emiten o absorben energía con valores determinados.



Figura 2.12. Espectro de emisión de hidrógeno. La luz visible incluye todos los valores de energía: rojo, azul, verde, etcétera. La luz que emite o absorbe el hidrógeno solo presenta algunos colores, que equivalen a la energía de los niveles electrónicos.

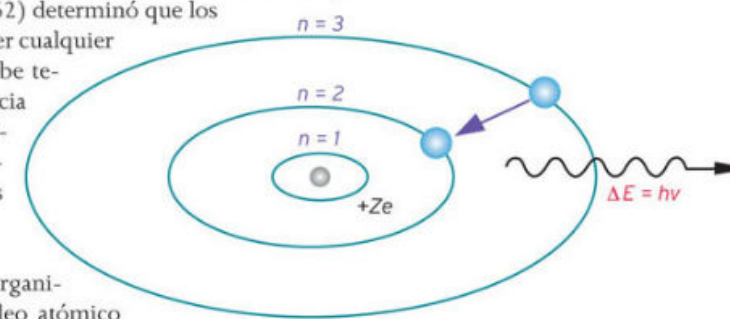
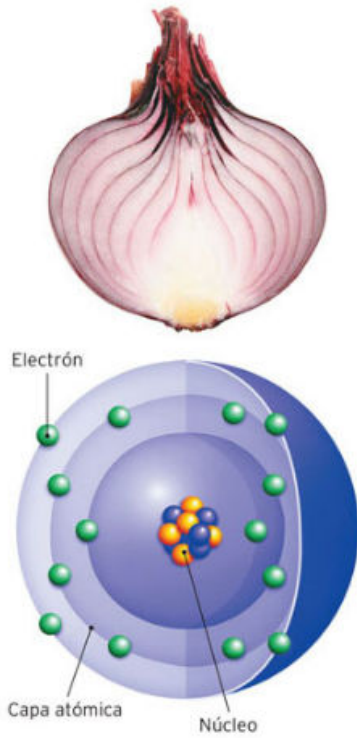


Figura 2.13. Representación esquemática del modelo de Bohr donde se distinguen los niveles electrónicos que pueden ocupar los electrones.



**Figura 2.14.** Las capas que presenta una cebolla son comparables a las que ocupan los electrones alrededor del núcleo.

En la figura anterior se puede apreciar un átomo de hidrógeno: el **núcleo atómico** se halla en el centro con una carga positiva, representada como  $+Ze$ ; los **electrones** se encuentran girando alrededor de este, dentro de los niveles electrónicos  $n$  (que en este caso van desde  $n = 1$  hasta  $n = 3$ ). Es importante destacar que ningún electrón puede estar en el espacio localizado entre estos niveles. A todos estos espacios les corresponde una energía que llamamos **prohibida**; dicho en otras palabras, significa que no pueden adquirir estas energías.

Esta restricción permitió a Bohr explicar por qué la radiación emitida por el hidrógeno solo adquiere ciertos valores energéticos, ya que cada vez que un electrón cambia de nivel emite o absorbe una energía específica.

El modelo formulado por Bohr para el átomo de hidrógeno fue generalizado y explica la estructura de átomos como los de helio, litio y sodio, entre otros.

### Electrones y capas

Los electrones se mueven a gran velocidad sobre las órbitas que tienen como centro al núcleo. ¿Te has dado cuenta de que el modelo de Rutherford solo muestra al átomo en dos dimensiones? Sin embargo, el mundo que percibimos tiene tres, y por tanto, los átomos también deben tenerlas.

Esta manera de ver al átomo permite hablar de capas en vez de niveles. Para que quede más claro, imagina una cebolla: las capas atómicas serían análogas a la piel que le quitas a la cebolla al pelarla (fig. 2.14). Los electrones no se acomodan de forma indistinta en las diferentes capas: existen las capas  $s$ , que aceptan dos electrones; las capas  $p$ , que admiten seis, y las capas  $d$ , que aceptan diez electrones.

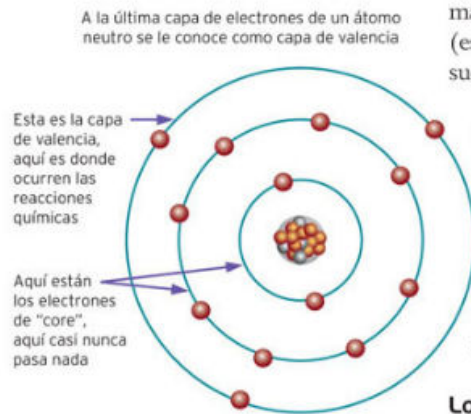
Las capas cercanas al núcleo tienen menor energía, lo cual significa que son más estables o que es más probable encontrar a un electrón con poca energía (es similar a cuando dejas caer un objeto, que tendrá menor energía en el suelo y, por tanto, será más probable encontrarlo en el suelo que flotando).

Los electrones son fuertemente atraídos por el núcleo (recuerda que la carga positiva de los protones atrae a las negativas de los electrones) y se conocen como **electrones internos** o **de core**, es decir, del núcleo.

Cuanto más lejos del núcleo esté la capa, los electrones que la ocupan tendrán mayor energía (serán menos estables), por lo que estarán menos atraídos por el núcleo; esos electrones se denominan externos o **electrones de valencia** (fig. 2.15).

### Los electrones de valencia

Los electrones de valencia desempeñan el papel más importante en la química, ya que son los responsables de que se formen los enlaces. Cuando dos átomos entran en contacto, los electrones más externos de uno son atraídos por la carga positiva del núcleo del otro, y viceversa. Esto genera que compartan electrones y establezcan un enlace químico.



**Figura 2.15.** Representación de los distintos tipos de electrones. Los electrones de valencia son los responsables de las reacciones químicas, mientras que los internos no suelen intervenir en ellas.

Puede ocurrir que los electrones de un átomo estén poco atraídos hacia el núcleo, por eso es fácil que otro átomo que genera mayor atracción los vuelva parte de su estructura. Cuando esto pasa se forman los **iones**: átomos con carga total positiva o negativa.

Cuando dos iones con carga opuesta interactúan también se forma un enlace químico.

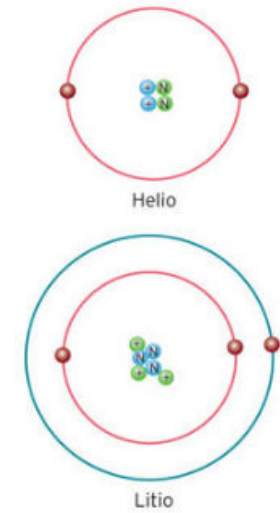
Por otro lado, los electrones se mueven a tales velocidades que a simple vista solo podría verse una nube borrosa, como cuando hay muchos mosquitos moviéndose o cuando llueve muy fuerte. Anteriormente mencionamos que el volumen de los átomos está "vacío". Podrías pensar que con tal característica cualquier objeto lanzado a una pared podría atravesarla sin dificultad, pero no es así, y la justificación se encuentra en la gran velocidad con que giran los electrones alrededor del núcleo. Su velocidad es tal, que podríamos considerar los átomos como esferas sólidas.

### ¿Hay átomos diferentes?

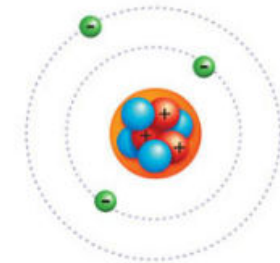
Ahora que conoces las distintas partes del átomo y varios modelos que lo representan, debes saber que no existe solo un tipo de átomo. ¿Has escuchado sobre los elementos como el carbono, el nitrógeno, el sodio o el fósforo? Estos forman parte del carbón vegetal, el aire, la sal de mesa y los cerillos, respectivamente. Todos se encuentran formados por protones, electrones y neutrones, y se diferencian en el número de partículas que contienen.

El elemento más simple es el hidrógeno, que solo contiene un protón en el núcleo y un electrón en su primera capa. El segundo en complejidad es el helio, con dos protones y dos neutrones en su núcleo, más dos electrones en su primera capa. Sigue el litio, con tres protones y tres neutrones en el núcleo, dos electrones en su primera capa y un electrón en la segunda (fig. 2.16).

En estos ejemplos puedes notar que el número de electrones y protones en un átomo siempre es igual, de tal manera que las cargas positivas contrarrestan a las negativas; lo anterior da como resultado que la carga total de los átomos sea neutra.



**Figura 2.16.** Átomos de litio y helio. El átomo de litio tiene un protón, un neutrón y un electrón más que el de helio. Además, el litio tiene su tercer electrón en el segundo nivel.



**Figura 2.17.** ¿A qué elemento corresponde este modelo?

### Actividad

Observa la figura 2.17 e identifica lo siguiente:

- El número de protones, electrones y neutrones.
- La carga total del átomo.
- Las distintas regiones del átomo.
- El número de capas.
- Los electrones internos y externos.

Identifica a qué elemento corresponde este átomo. Compara tus resultados con tus compañeros, y con la coordinación del profesor, decidan cuáles son los resultados correctos.

Marca con una  el nivel de logro que alcanzaste

### Aprendizaje esperado

Identifico 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.

- |                |   |   |
|----------------|---|---|
| Nivel de logro | C | Me cuesta identificar los componentes del modelo de Bohr para comprender la estructura de los materiales. |
|                | B | Identifico el modelo de Bohr pero me cuesta entender la función de los electrones de valencia.            |
|                | A | Identifico los componentes del modelo atómico de Bohr y comprendo la estructura de los materiales.        |

Con tu maestro resuelve los casos en que tus logros no sean los mejores.

Cierre

## 2.2 Enlace químico

Figura 2.18. La combinación de elementos nos lleva a estructuras tan complejas y maravillosas como la vida misma.



Cada porción de materia que puedes encontrar tiene sus particularidades, por ejemplo, el aire es un gas incoloro, que no huele y que solo sentimos cuando se mueve en forma de viento; la madera es sólida, de tonalidades cafés, a veces flexible y rugosa, otras dura y suave al tacto; las hojas de papel son porosas, la tinta es negra y líquida; la comida, apetitosa; la dinamita explota, los gases de la combustión huelen mal y los colores son múltiples. Esta diversidad de materiales se debe a que los elementos se combinan y generan nuevas sustancias con propiedades y características diversas (fig. 2.18).

Reflexiona:

- ¿Cuántos materiales sólidos, líquidos y gaseosos puedes reconocer en el salón de clase?
- ¿Cuántos otros materiales encuentras en la Naturaleza (el bosque, la playa, el desierto, la montaña...)?
- A partir de los elementos químicos que conoces, ¿cuántas combinaciones de ellos existen si consideras la posibilidad de que se unan de dos en dos? ¿Y si se combinan tres átomos distintos?

### ¿Qué es el enlace químico?

De la concepción de los átomos aislados, es decir, de los átomos que se encuentran solitarios en el espacio, surgieron los modelos físicos del átomo planteados por Thomson, Rutherford y Bohr.

Si nos detenemos un poco a observar nuestro entorno, nos será fácil concluir que los átomos muy pocas veces se encuentran separados entre sí. Podemos ver el mundo como un continuo material, donde cada parte de la materia se encuentra en contacto íntimo con las demás.

Por ejemplo, tú estás hecho de materia, y por tanto estás integrado por miles de millones de átomos que están en contacto con los millones de átomos que componen el papel y la tinta que dan forma a las letras e ilustraciones de este libro. También estás rodeado de aire, el cual entra y sale de tu cuerpo con cada aspiración y espiración, el mismo que circula entre tus compañeros, en todos los rincones de tu escuela, en tu localidad y en todo el mundo.

Así, los átomos se encuentran en contacto continuo en toda la Naturaleza, y encontrarlos aislados es casi imposible (fig. 2.19). La mayoría de las veces que entran en contacto los átomos, no solo chocan y se mezclan entre ellos para después separarse y seguir su camino, sino que al hacerlo interactúan de tal manera que muchos de ellos quedan unidos, a través de diversos tipos de enlaces formando moléculas.

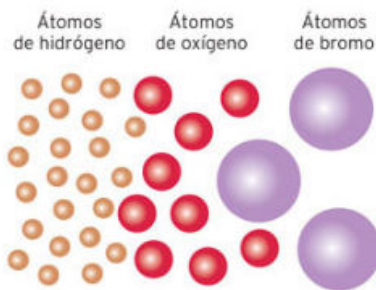


Figura 2.19. Distintos tipos de átomos aislados. Aun cuando están juntos, no se encuentran unidos.

© Nueva México

Claro, existen ocasiones en que esta interacción no es lo suficientemente fuerte y los átomos siguen su camino sin formar moléculas, esperando un nuevo encuentro. En realidad esto de “siguen su camino” es una forma de expresar que los átomos existen en la Naturaleza, y que con frecuencia interactúan unos de un tipo con otros de otro tipo, formando compuestos más estables.

Si las fuerzas de atracción de dos o más átomos que entran en contacto son lo suficientemente fuertes, se formará una molécula; llamamos a esta interacción **enlace químico**. Ahora, hay que preguntarnos, ¿cuándo son estas fuerzas lo suficientemente fuertes para considerar que se formó un enlace químico? Para responder esta incógnita podemos citar una definición propuesta por el estadounidense Linus Pauling (1901-1994), uno de los químicos más influyentes de la historia; fue dos veces ganador del Premio Nobel y es una de las dos personas que ha recibido este premio en campos diferentes (fig. 2.20):

“Se puede decir que existe un enlace químico entre dos átomos o grupo de átomos, en el caso de que las fuerzas que actúan entre ellos son tales que lleven a la formación de un agregado con la suficiente estabilidad para que sea conveniente para un químico considerarla como una molécula independiente.”

A primera vista parece una definición complicada. Veámosla en detalle:

- Primero: Se menciona que se necesita un mínimo de dos átomos para que se forme un enlace químico.
- Segundo: Se habla sobre las fuerzas que existen entre estos átomos; no señala cómo son o a qué se deben, por lo que en estos momentos solo tenemos que dar por hecho que estas fuerzas existen. Y claro que existen; si no, todos los átomos estarían separados y nada de lo que conocemos, incluidos nosotros, existiría.
- Tercero: Se habla de que estas fuerzas nos llevarán a un agregado o, dicho de otra forma, a un conjunto de átomos que interactúan entre sí.
- Cuarto: Se deja al criterio del químico decidir si tal o cual agregado es lo suficientemente estable para llamarlo molécula independiente. Esto se debe a que hay casos en que los átomos solo interactúan entre sí durante un tiempo muy corto.

Ejemplifiquemos lo anterior con una analogía: para decir que perteneces a tu grupo de compañeros del salón de clases, debes asistir a clases diariamente, al igual que tus compañeros. Si tú o tus compañeros solo asistieran unos cuantos días al año, no podrían afirmar que son parte de este grupo; es más, este grupo de alumnos no existiría si los “alumnos” asistieran de vez en cuando, con la altísima probabilidad de que no coincidieran entre ellos en ese espacio llamado salón de clases, ¿no te parece?

De igual manera, para considerar que un conjunto de átomos forma una molécula, los átomos deben permanecer unidos el tiempo suficiente para saber que así están y que ahí estarán, con lo relativo que puede ser eso.

© Nueva México

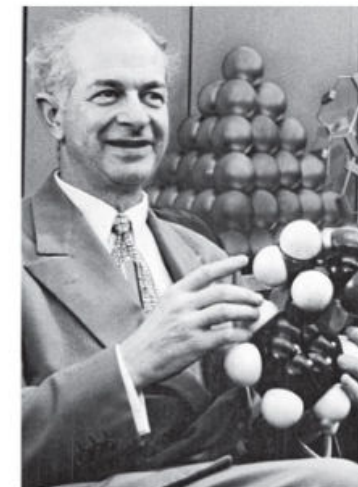


Figura 2.20. Linus Pauling también ganó el Premio Nobel de la Paz por oponerse a las pruebas nucleares terrestres.

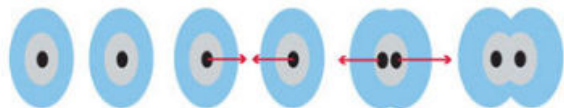
### Yo decido



Existen algunas sustancias que pertenecen al grupo de los polímeros y que conocemos como plásticos. Los enlaces que presentan son sumamente fuertes, tan es así que casi ningún microorganismo es capaz de romperlos y producir su descomposición. Esto los hizo populares en muchos productos de uso diario; sin embargo, esa fuerza de enlace se ha convertido en un problema grave de contaminación, ya que un objeto hecho de estos materiales no se degrada y puede permanecer miles de años en su estado original. Hoy en día se han generado nuevos materiales plásticos que tienen enlaces que los microorganismos sí pueden romper y por tanto se les llama biodegradables. Estos son los plásticos recomendables.

## ¿Y cómo se mantienen unidos los átomos?

Los átomos están constituidos por partículas con carga eléctrica positiva (protones), negativa (electrones) o sin carga (neutrones). Como las cargas opuestas se atraen, las partes del átomo permanecen unidas por la interacción (atracción) que existe entre protones y electrones.



**Figura 2.21.** De izquierda a derecha, si dos átomos están muy alejados, no interactúan; si se acercan, tal vez empiecen a atraerse; si están demasiado cerca, quizá se repelerán, y si se encuentran a una distancia óptima, tal vez formen un enlace químico.

Esta misma característica explica que dos átomos cercanos se atraigan: los protones de ambos átomos atraerán a los electrones del otro y viceversa. Pero también las cargas opuestas se repelen; así, los electrones y protones de cada átomo son repelidos por los del otro. La suma de atracciones y repulsiones entre ambos átomos da como resultado una distancia de equilibrio entre ellos que deriva en el enlace químico (fig. 2.21).

Los modelos que describen átomos aislados son puramente físicos; en el momento en que hablamos de dos átomos enlazados entramos en el terreno de la química. Los químicos han estudiado las sustancias desde hace mucho tiempo, pero no siempre contaron con modelos útiles para describir con detalle de qué están constituidas y mucho menos cómo reaccionan para dar origen a nuevas sustancias. Ahora que ya sabes cómo se forman los enlaces químicos, veamos uno de los modelos más importantes para explicar por qué los átomos se mantienen unidos.

### Modelos y más modelos

Los modelos que describen átomos aislados son puramente físicos; en el momento en que hablamos de dos átomos enlazados entramos en el terreno de la química. Los químicos han estudiado las sustancias desde hace mucho tiempo, pero no siempre contaron con modelos útiles para describir con detalle de qué están constituidas y mucho menos cómo reaccionan para dar origen a nuevas sustancias. Ahora que ya sabes cómo se forman los enlaces químicos, veamos uno de los modelos más importantes para explicar por qué los átomos se mantienen unidos.

El químico norteamericano **Gilbert Newton Lewis** (1875-1946) planteó un modelo llamado **diagrama de puntos**, también denominado en su honor **estructura de Lewis**. Se trata de una clase de fórmulas químicas que en su estructura muestran cómo se unen los átomos; este modelo tiene su fundamento en los electrones de valencia, que son aquellos que se encuentran en la capa más externa del átomo. Para indicarlos, se coloca el signo del elemento del que estamos hablando, y a su alrededor se ubican puntos, tantas veces como sea necesario, para completar el número de electrones de valencia que tiene ese átomo.

Por ejemplo, el átomo de hidrógeno solo tiene un electrón en su única y más externa capa; el carbono tiene cuatro; el nitrógeno cinco, etcétera. En la estructura de Lewis esto se representa como:



Para conocer el número de electrones de valencia que tiene cada elemento, nos podemos ayudar de la tabla periódica de los elementos químicos, que estudiaremos más adelante.

Por el momento, lo importante es que comprendas que en la representación de la estructura de Lewis, los primeros cuatro electrones de valencia se

ponen arriba, abajo y a los lados (derecho e izquierdo) del símbolo de cada elemento, como en el caso de carbono, C. Cuando hay más de cuatro electrones, estos se van colocando en parejas, pero solo después de haber cubierto los cuatro flancos con un punto (en el ejemplo anterior, fíjate que para el caso de nitrógeno, N, que tiene 5 electrones de valencia, en la parte superior del símbolo ya se puso un par de los mismos).

### Actividad

Dibuja los electrones de valencia que le corresponden a cada elemento químico cuyo símbolo aparece a la derecha. Si faltan, dibújalos; si sobran, indica cuáles y cuántos están de más (con la guía de tu profesor, averigua cuántos electrones de valencia tiene cada uno de estos elementos).



Explica en cada caso por qué pusiste, quitaste o completaste los electrones de valencia de cada uno de los elementos del ejercicio.

### El modelo de Lewis para explicar el enlace químico

Hasta el momento solo hemos visto cómo se representan con el modelo de Lewis los átomos aislados. Pero, ¿cómo se juntan los átomos para formar moléculas?

En la Naturaleza siempre subsiste aquello que es más estable, por ejemplo, si desde cierta altura soltamos una bala de metal, esta tenderá a caer y rodará por el suelo hasta detenerse; así es como adquiere estabilidad. Otro ejemplo: las personas debemos consumir energía para mantenernos de pie; de no existir esta, nuestro cuerpo se desplomaría para obtener mayor estabilidad.

En el mismo sentido de los ejemplos, los átomos no son diferentes, pues siempre tienden a ser más estables, es decir, a tener el menor estado de energía. Pero en el caso de los átomos resulta que para obtener estabilidad no caen a ningún lado, sino que ganan energía, la pierden o la comparten a través de sus electrones.

Lewis determinó que los átomos se unen entre ellos siguiendo una sencilla regla llamada **regla del octeto**, lo que quiere decir que un átomo será más estable en la medida en que complete un total de ocho electrones en su capa de valencia.

Por esta razón, resulta que los átomos más estables son los elementos llamados gases nobles (que ya veremos al analizar la tabla periódica de los elementos). Estos elementos tienen ocho electrones de valencia, es decir, no tienden ni a perder ni a ganar energía, por lo que no suelen establecer enlaces con otros elementos, es decir, son muy estables. Sin embargo, los átomos que no pertenecen a este grupo no tienen ocho electrones en su capa de valencia y, por tanto, tienden a unirse con otros átomos para conseguirlos, estableciendo enlaces y formando moléculas con otros elementos.

### Conexión

En la dirección que a continuación se muestra podrás encontrar textos, imágenes e interactivos digitales que te permitirán entender los distintos tipos de enlace químico que existen en la Naturaleza.

<http://genesis.uag.mx/edmedia/material/qino/T6.cfm>

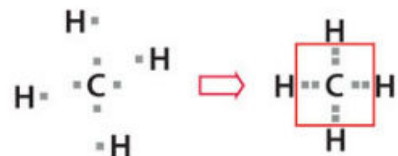
(Fecha de consulta: 19 de octubre de 2016.)



Figura 2.22. El metano es producto de la descomposición de materia orgánica; también se encuentra como producto secundario de la extracción de petróleo.

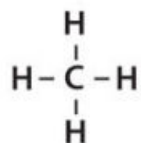
Es importante recalcar que para los casos del hidrógeno y el helio, el número máximo de electrones de valencia es dos.

Veamos otro ejemplo. El carbono tiene cuatro electrones de valencia, por lo que le faltan otros cuatro para cumplir con la regla del octeto. El carbono puede compartir estos electrones con una gran cantidad de elementos; un caso muy común es su combinación con hidrógeno, con el que logra hacer muchísimos compuestos, entre ellos el metano ( $\text{CH}_4$ ), formado de moléculas que llevan un átomo de carbono y cuatro átomos de hidrógeno.

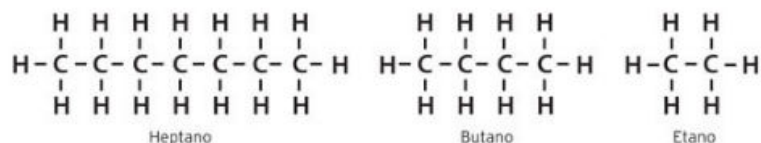


Como puedes observar en el esquema anterior, al unirse estos átomos se forma una molécula en la que el átomo de carbono tiene ocho electrones a su alrededor y cada átomo de hidrógeno tiene dos, es decir, ambos han conseguido los electrones que les hacían falta para dar origen a una molécula estable. Este compuesto de carbono e hidrógeno, un hidrocarburo como hay otros muchos, se usa como combustible y puede obtenerse de varias maneras (fig. 2.22).

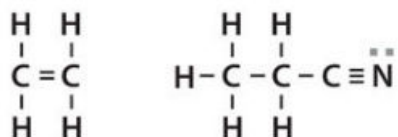
En la estructura de Lewis también se utilizan rayas para representar los enlaces entre los elementos. Así, cuando se forma un enlace químico con dos electrones de valencia se puede dibujar una línea que une a los dos átomos que participan en él. En el mismo ejemplo del metano, la representación sería así:



El carbono se puede unir a otros átomos de carbono, formando una variedad de materiales casi infinita. Ejemplos de estos hidrocarburos son el heptano ( $\text{C}_7\text{H}_{16}$ ), un líquido traslúcido usado en combustibles, y los gases inflamables butano ( $\text{C}_4\text{H}_{10}$ ) y etano ( $\text{C}_2\text{H}_6$ ):



También puede formarse más de un enlace entre dos átomos, el enlace doble y triple:



© NuevaMéxico

Existen muchos casos en que los átomos no comparten electrones, sino que le quitan un electrón a otro átomo para completar su octeto. Cuando esto ocurre, se tiene lo que llamamos un **ion**, que es un átomo con más electrones, o también menos, de los que le corresponden a su capa de valencia.

Ahora bien, como los electrones tienen carga negativa, si a un ion le aumentamos el número de electrones, este adquiere carga negativa y entonces se le denomina **anión**, mientras que si se le retira un electrón, su carga se vuelve positiva y entonces se le llama **catión**.

Como ejemplo de lo anterior, veamos el caso del hidrógeno: cuando el átomo de hidrógeno pierde un electrón se forma el catión  $\text{H}^+$ ; si el mismo átomo lo gana se forma el anión  $\text{H}^-$ . Si analizamos a fondo la siguiente figura, resulta que el átomo de hidrógeno "normal" tiene en su núcleo un protón (una carga positiva) y un electrón (una carga negativa). En comparación, cuando este átomo gana un electrón, la carga neta de este átomo de hidrógeno se vuelve negativa ( $\text{H}^-$ ) por poseer dos electrones y un protón; si pierde un electrón, la carga neta se vuelve positiva ( $\text{H}^+$ ) porque ya no posee ningún electrón y la carga resultante es la del protón, que es positiva (fig. 2.23).

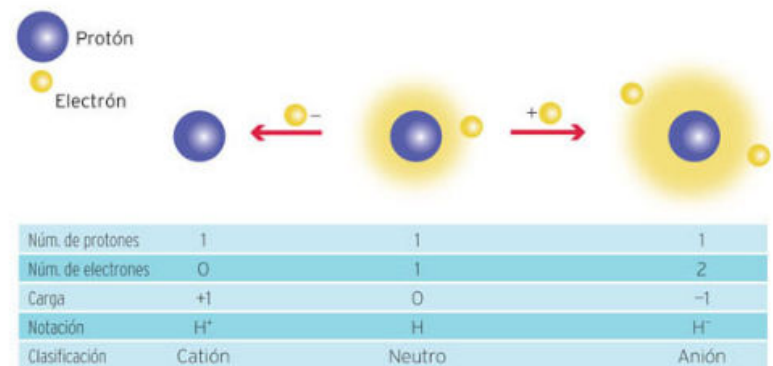


Figura 2.23. Cation y anión del hidrógeno.

### Actividad

Las moléculas  $\text{H}_2$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{F}_2$  y  $\text{Cl}_2$  se forman de los elementos hidrógeno, nitrógeno, oxígeno, flúor y cloro. En todos los casos se trata de moléculas formadas por el mismo tipo de átomo y son diatómicas (solo tienen dos átomos).

Dibuja las estructuras de Lewis para cada átomo de estas moléculas, después únelas para obtener la molécula deseada marcando los enlaces y los electrones que no participan en el enlace. Recuerda que cada átomo debe cumplir con la regla del octeto, a excepción del hidrógeno, y que en algunos casos será necesario utilizar más de un enlace.

Al final, con la mediación del profesor, compara las estructuras que dibujaste con las que hicieron tus compañeros. Discute en el grupo los resultados correctos, anótalos en el pizarrón y cópialos en tu cuaderno.

© NuevaMéxico

### Conexión

Para saber más sobre el tema, puedes consultar:

*El mundo de la química. Volumen 7. Fuerzas fundamentales.* VideoSEP.

Beltrán, Faustino. *La culpa es de las moléculas*, Editorial Lumen, Libros del Rincón, México, 2006.

Marca con una ✓ el nivel de logro que alcanzaste.

#### Aprendizaje esperado

Represento el enlace químico mediante los electrones de valencia a partir de la estructura de Lewis.

- Nivel de logro
- C Me cuesta representar el enlace químico mediante los electrones de valencia.
  - B Me cuesta representar el enlace químico mediante los electrones de valencia en la estructura de Lewis.
  - A Sí represento el enlace químico mediante los electrones de valencia a partir de la estructura de Lewis.

Con tu maestro resuelve los casos en que tus logros no sean los mejores.

Marca con una ✓ el nivel de logro que alcanzaste.

#### Aprendizaje esperado

Represento mediante la simbología química elementos, moléculas, átomos, iones (aniones y cationes).

- Nivel de logro
- C Me cuesta hacer uso de la simbología apropiada para representar diversas especies químicas.
  - B Puedo hacer uso de la simbología apropiada, pero no puedo representar todas las especies químicas.
  - A Sí represento mediante la simbología química elementos, moléculas y átomos (aniones y cationes).

Con tu maestro resuelve los casos en que tus logros no sean los mejores.

Cierre

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

## Inicio

### 3.1 Propiedades de los metales

Si acudes a la biblioteca de la escuela y consultas un libro de historia antigua, verás que muchas de las páginas se refieren a distintas épocas de la humanidad. Si lees sobre la prehistoria, cuando los seres humanos utilizaban materiales de madera, huesos, piedras, entre otros materiales, para llevar a cabo sus actividades, te darás cuenta de que después de esas etapas vinieron la Edad de Cobre, luego la de Bronce y al final la de Hierro; sabrás entonces que estos tres últimos periodos conforman la llamada Edad de los Metales.

Rápido intentas hacer mención de objetos que conoces que estén hechos con estos materiales. Piensas en el refrigerador, en el auto, en las monedas, en las cucharas y cuchillos, pero no puedes diferenciar claramente entre el bronce, el cobre y el hierro. Y te preguntas por qué no existe una edad del vidrio o del plástico, si esos materiales son tan importantes en nuestra vida diaria.

Reflexiona:

- ¿Qué diferencias observas en el aspecto de una botella de vidrio y en el de una lata de refresco?
- ¿Qué pasaría si trataras de cortar un trozo de carne caliente con un cuchillo de madera?
- ¿Qué propiedades tienen los metales y para qué se usan?

## Desarrollo



**Figura 2.24.** Por sus características, los metales tienen diversas aplicaciones en la vida diaria. Los rieles de ferrocarril están fabricados en acero, al igual que las ruedas de los trenes.

La construcción y uso de herramientas para facilitar las actividades humanas han tenido gran importancia a lo largo de la historia. Estas herramientas han sido tan sencillas como una piedra utilizada para moler frutos o tan complejas como las máquinas y turbinas de los diferentes medios de transporte que existen en la actualidad, los cuales están hechos de una gran variedad de materiales, predominantemente de metales.

Los **metales** han sido aprovechados desde la antigüedad debido a sus propiedades particulares (fig. 2.24).

Los metales han desempeñado un papel tan valioso en el desarrollo de la humanidad, que incluso la historia de su uso se divide en tres edades: Cobre, Bronce y Hierro. Tanto el cobre como el hierro son materiales que en su forma pura se consideran elementos químicos, por lo que puedes ubicarlos en la tabla periódica (que estudiaremos páginas adelante).

En cambio, el bronce es la combinación de dos metales elementales: el cobre y el estaño. Para obtenerlo, es necesario fundir las dos materias primas y luego mezclarlas. Este proceso se conoce como **aleación**: una mezcla homogénea que se compone de dos o más elementos, en los cuales alguno debe ser metálico. Las aleaciones en general tienen propiedades metálicas, y estas propiedades nos permiten diferenciar los metales de los no metales.

© Nueva México

En general un material metálico se puede identificar por el brillo que se observa en su superficie, debido a que refleja la luz. Sin embargo, para poder catalogar a un material como metálico este debe tener ciertas características, entre las más representativas están la maleabilidad, ductilidad, brillo, y la conductividad térmica y eléctrica.

#### Laminitas de metal

Piensa en una lata de refresco: cuando está vacía, su masa es apreciablemente pequeña. Si consideras que la mayor parte del material de la lata se encuentra en el cilindro, entonces ese cilindro debe ser muy ligero. Si cortas la lata por la mitad, observarás que su pared está hecha de una placa delgada de aluminio, un metal que puede adelgazarse y extenderse aún más, con lo que es posible fabricar otros productos, como el papel aluminio.

Ahora bien, no todos los materiales pueden ser deformados sin correr el riesgo de quebrarse o desmoronarse. A esta peculiaridad de los materiales, como el aluminio, para ser manipulados mediante una compresión, sin fracturarse, se le denomina **maleabilidad**, y es una característica de todos los metales.

La laminación es una de las aplicaciones más amplias de la maleabilidad, y como su nombre indica, es la acción de generar placas o láminas al ejercer presión sobre un metal a cierta temperatura.

De los metales que se conocen, el de mayor maleabilidad es el oro, del que se pueden obtener láminas de hasta una diezmilésima de milímetro de espesor, es decir, 0.0000001 metros. Como imaginarás, una placa de oro de ese espesor es sumamente delgada. El platino, la plata, el hierro, el cobre y el aluminio también son metales muy maleables.

Otro uso de la maleabilidad es la producción de acero. El acero es un metal obtenido de la aleación de hierro y níquel.

Inicialmente se obtienen **lingotes** de acero al fundir el hierro y mezclarlo con carbono, también fundido. Estos lingotes se recalientan y pasan por un molino, el cual es el encargado de generar láminas de acero de diferentes tamaños y grosores dependiendo del uso que se les dará.

Algunos usos del acero se relacionan con la producción de rieles de trenes, varillas y tubos, así como placas, láminas o tiras que se usan en la construcción de edificios, barcos y aviones.

#### El arte de hacer hilos

El hierro es un metal muy importante, pues sirve para fabricar estructuras como las anclas de los barcos o alambres muy delgados. A la facilidad con la que un material metálico puede ser manipulado para producir hilos o alambres a través de la fundición se le conoce como **ductilidad**. Entre más dúctil es un material, más delgados y fuertes son los hilos que se obtienen de él (fig. 2.25).

© Nueva México

#### Glosario

**lingote.** Material fundido en un molde que permite su fácil manejo y almacenamiento.



**Figura 2.25.** La cota de malla es un tejido metálico de hierro forjado que da protección. Los antiguos guerreros medievales la usaban.



Figura 2.26. Los tensores de los puentes atirantados están hechos de acero.

Los hilos, alambres y cables, son algunos ejemplos de los objetos producidos a partir de un material dúctil. Una gran ventaja de utilizar materiales dúctiles, a diferencia de los que no lo son, es que los primeros muestran signos de desgaste antes de quebrarse, mientras que los otros simplemente se quiebran sin previo aviso, lo cual los hace poco apropiados cuando se quiere sostener algo muy grande y pesado, como un puente, también si se quiere tener una red metálica tan fina que parezca un tejido textil.

Los principales metales para la producción de alambre son hierro, aluminio, plata, cobre, latón y bronce. Son materiales que se usan para la fabricación de cables e hilos de aplicación diversa. Por ejemplo, el hierro se utiliza ampliamente en la construcción de casas y edificios a través de varillas y cables tensores que pueden soportar grandes pesos, como esos que sostienen estructuras inmensas en puentes atirantados (fig. 2.26).

Por su parte, por su gran conductividad eléctrica, el cobre está presente en el cableado de nuestras casas y en el alumbrado público; otro tanto sucede con otros metales y sus aleaciones, que tienen infinidad de aplicaciones en la vida cotidiana.

### Actividad

Investiga las características dúctiles y maleables de materiales como el oro, la plata y el hierro, así como de dos aleaciones que incluyan a cada uno de ellos. Ilustra estas características con dos ejemplos en que sean aprovechadas.

Con la guía del profesor, discutan entre todos acerca de los beneficios que estas propiedades de los metales traen a la vida diaria, personal, familiar y comunitaria.

### No todo lo que brilla es metal

Tal vez te has encontrado con personas que describen algunos colores como *verde metálico* o *azul metálico*, debido a que el color al que se refieren no solo es verde o azul, sino que poseen otra cosa peculiar: un aspecto reluciente.

Un aspecto singular de los materiales metálicos es que pueden reflejar de manera muy visible la luz. Esto significa que cuando un haz de luz se dirige hacia ellos, pueden devolver parte de él generando algo que conocemos como **brillo** o **lustre**. Esta característica la presentan los materiales metálicos sin excepción; sin embargo, no todos los materiales que tienen brillo son metálicos. Por ejemplo, la pirita es un mineral compuesto de azufre y hierro, que por su brillo dorado tiene un gran parecido con el oro. Sin embargo, la pirita no tiene el valor que posee el oro, por lo cual es llamada el "oro de los tontos" o el "oro de los pobres" (fig. 2.27).

El brillo de un material se utiliza, entre otras cosas, para clasificarlo como de brillo metálico o no metálico. Los materiales que poseen brillo metálico son opacos, es decir, no permiten el paso de luz a través de ellos; por lo contrario, los que son de brillo no metálico permiten en menor grado el



Figura 2.27. Aunque no es un mineral metálico, la pirita se usa en joyería, y para obtener ácido sulfúrico, tintes de color rojo y marrón y desinfectantes, entre otros productos.

paso de luz a través de ellos, y van desde el brillo vítreo (que posee el vidrio totalmente transparente) hasta el brillo adamantino, muy similar al de un diamante, pero que no llega a ser brillo metálico por completo.

### Los metales y el calor

¿Te atreverías a tocar una placa de metal que ha estado expuesta a una fuente de calor? ¿Pondrías tus manos sobre la superficie de una resbaladilla que ha estado expuesta al Sol durante todo el día? ¿Por qué? Lo más seguro es que no hagas nada de eso, pues por experiencia sabes que podrías quemarte.

Harías eso si en vez de materiales metálicos se tratara de una barra de madera o de una superficie de tela, como la de un sillón. Podrías tocar e incluso manipular dicha barra de madera con cierta facilidad, y claro que podrías colocar tus manos sobre el sillón sin tanta molestia.

En todo caso, las respuestas a las preguntas anteriormente expuestas tienen que ver con una de las características de los metales, la de almacenar calor y permitir su paso a través de ellos hasta otros cuerpos. A esta propiedad se le llama **conductividad térmica**, y nos permite saber si un objeto o material puede transferir y transmitir calor a través de él, desde una fuente hasta otro objeto. Los metales son uno de los grupos de materiales que poseen esta característica, y no solo eso: son los mejores conductores térmicos que se conocen.

La conductividad térmica es ampliamente explotada debido a su gran número de aplicaciones tanto en casa como en la industria. No es difícil ahora imaginar por qué la mayor parte de los artefactos hechos para ser usados en la cocina, propiamente en la estufa, están fabricados con materiales metálicos y no con plástico o madera.

Dentro de los materiales metálicos con mayor conductividad térmica están la plata, el cobre, el oro y el aluminio. En contraste, existen materiales no metálicos que poseen menor conductividad térmica, como la madera y la parafina, los plásticos ya mencionados, y materiales derivados de los plásticos, como la baquelita, material con el que se fabrican asas y agarraderas para sartenes y ollas, precisamente porque poseen la característica de ser termoestables, es decir, de ser resistentes a temperaturas extremas.

La conductividad térmica de los metales los hace apropiados para la fabricación de medios de transporte como automóviles o aviones, en motores de combustión interna, calentadores eléctricos, soldaduras, recubrimientos metálicos, fundición, fabricación de aleaciones, etcétera.

Un ejemplo de uso de los metales son las celdas solares, las cuales están hechas para conducir la energía calorífica generada por el Sol hasta su transformación en energía eléctrica. Este tipo de tecnologías han tenido un desarrollo muy importante en la actualidad, ya que son una alternativa para producir energía con bajos costos económicos y ambientales, tema que nos preocupa a todos.

### Yo decido

Como seguramente ya sabes, los metales son excelentes conductores de la electricidad. En casi todo el cableado urbano se utiliza el cobre como conductor. Sin embargo, cuando los cables pierden recubrimiento o hay una mala instalación, el oxígeno reacciona para producir moléculas de ozono, el cual es altamente oxidante y produce graves problemas en la salud. Por esto, si reportamos alguna fuga eléctrica no solo ahorramos esta preciosa energía sino que ayudamos a que disminuyan los niveles de ozono y por lo tanto la contaminación.





Figura 2.28. La distribución de electricidad en el mundo moderno es inconcebible sin el cableado, hecho a base de cables de cobre

### Conduciendo electricidad

El descubrimiento de la electricidad data de la antigua Grecia, cuando Tales de Mileto, casi 550 años antes de Cristo, observó que al frotar una barra de ámbar con un paño, esta podía atraer objetos livianos. Siglos después, los fenómenos eléctricos y electromagnéticos no pasan de ser el mero entretenimiento de espectáculos de magia y fenómenos sobrenaturales.

No fue sino hasta principios del siglo XVII y todo el siglo XVIII que los estudios sobre este fenómeno natural se volvieron más serios y comprometidos. Uno de los pioneros en este campo fue **Williams Gilbert** (1544-1603), quien a finales del siglo XVI realizó experimentos sobre la **electrostática** (efectos mutuos que se producen entre los cuerpos como resultado de la interacción entre sus cargas eléctricas, por ejemplo, un globo inflado que luego de ser frotado en el cabello puede sostenerse en una pared) y el **magnetismo** (fenómeno mediante el cual los objetos ejercen fuerzas de atracción o repulsión sobre otros cuerpos).

Al igual que en el caso anterior, la conductividad de diferentes formas de energía es algo que sin duda atrae la atención de cualquier persona, sobre todo si el interés se encuentra en las aplicaciones que se le pueden dar a esta propiedad. Sin duda alguna, el caso más notorio de conducción de energía es el de la **conductividad eléctrica**, que consiste en la capacidad de un material de dejar pasar corriente eléctrica a través de él gracias a su estructura molecular (fig. 2.28).

Los metales son buenos conductores de electricidad porque tienen una estructura con muchas cargas eléctricas que fácilmente pueden ser distribuidas y acarreadas. Veamos algunos ejemplos de metales conductores de electricidad.

El cobre es uno de los metales más empleados en la industria, pues con él se pueden producir láminas y alambres para la conducción eléctrica. Por ejemplo, todos los cables que se utilizan en algún sistema eléctrico, ya sean en el tendido eléctrico de una ciudad o los cables de tu casa, están hechos de cobre.

La plata también tiene una alta capacidad para conducir electricidad, incluso se considera mejor conductor que el cobre, pero debido a los elevados costos que se tendrían en la fabricación de cables de plata, se prefiere el cobre.

Otro metal idóneo para esta labor es el aluminio, el cual es mucho más ligero que el cobre y, aunque su capacidad para conducir corriente eléctrica es casi la mitad que la del cobre, se usa para los cableados aéreos que requieren materiales resistentes y ligeros.

El oro también se emplea en la conducción de cargas eléctricas. Sin embargo, es un metal que tiene un alto valor y, debido a los altos costos que se generan por su manipulación, solo se utiliza en algunos tipos de pilas y conectores eléctricos especiales, pues tiene una durabilidad muy alta y presenta poca corrosión.

### Ciencia a la mano



A partir de las propiedades de conducción de calor y electricidad de los metales es posible medir la temperatura. Los termómetros utilizados para saber si alguien tiene fiebre contienen un poco de mercurio que al dilatarse por el efecto de la energía calorífica nos indican la temperatura. Otro tipo de termómetros son los *termopares*, estos contienen dos láminas de distintos metales pegadas que al calentarse se tuercen y generan una pequeña corriente eléctrica que se mide con algún sensor digital. Este tipo de termómetros generalmente se encuentran en dispositivos electrónicos, autos o como elementos de seguridad en calentadores.

© Nueva México

A lo largo de los siglos XVII y XVIII se desarrollaron diversos inventos que utilizaban energía eléctrica, y por tanto, investigadores, científicos y en algunos casos aficionados a la ciencia diseñaron y construyeron aplicaciones de diversos conductores eléctricos metálicos.

Uno de los inventos más reconocidos de ese tiempo fue el radiotransmisor de Nikola Tesla, quien por primera vez logró transmitir información de una antena a otra sin el uso de cables eléctricos, es decir, a través del aire (fig. 2.29).

Más todavía, en 1952 se tendió el primer cable telegráfico submarino, el cual unía a Reino Unido con Francia. El cable estaba hecho de hilos de cobre recubiertos de un material transparente y muy resistente parecido al caucho, llamado gutapercha. A lo largo de este cable se transmitían pulsos eléctricos que después eran transmitidos por los aparatos telegráficos e interpretados por los radiotelegrafistas.



Figura 2.29. En 1893 Nikola Tesla demostró a través de su radiotransmisor que la energía eléctrica podía transmitirse sin cables, estableciendo la comunicación inalámbrica.

### Actividad



En equipo consigan el siguiente material:

- Un trozo de grafito (pueden obtenerlo de un lápiz)
- Un trozo de alambre de cobre
- Un clavo grande
- Un trozo de madera
- Una varilla de vidrio
- Un martillo
- Una vela

Con la supervisión de su profesor realicen lo siguiente:

- Tomen el alambre de cobre y colóquenlo en una superficie plana. Observen su superficie y determinen si presenta brillo o no. Con el martillo, deformen el material buscando obtener una placa y posteriormente un hilo. Con la vela encendida, acerquen a la flama un lado del trozo de cobre. Después, en el otro extremo del alambre con el dedo detecten si perciben calor. Para finalizar investiguen en su biblioteca escolar o en alguna página web confiable si el cobre es conductor de electricidad.
- Repitan este procedimiento para todos los materiales que consiguieron. Escriban sus resultados en el siguiente cuadro:

Material	¿Presenta brillo?	¿Es dúctil?	¿Es maleable?	¿Conduce la electricidad y el calor?	Conclusiones

- Con la coordinación de su profesor y con los datos obtenidos en la actividad, escriban una conclusión acerca de las características de cada uno de los materiales investigados, y determinen si son o no metales.
- Comparen sus resultados con los demás equipos. Anoten los resultados en el pizarrón y elaboren una conclusión general.

© Nueva México

### Conexión



Cierre

En el siguiente enlace encontrarás información, imágenes y animaciones relativas a las propiedades de los metales, su utilidad y algunas actividades que te ayudarán a reafirmar tu conocimiento.

<http://www.librosvivos.net/smtc/hometc.asp?temaclave=1122>

(Fecha de consulta: 19 octubre 2016.)

Marca con una ✓ el nivel de logro que alcanzaste

### Aprendizaje esperado

Identifico algunas propiedades de los metales (maleabilidad, ductilidad, brillo, conductividad térmica y eléctrica) y las relaciono con diferentes aplicaciones tecnológicas.

- Nivel de logro
- C** Me cuesta identificar algunas propiedades de los metales y no puedo relacionarlas con sus aplicaciones.
  - B** Puedo identificar algunas propiedades de los metales, pero no las relaciono con su aplicación tecnológica.
  - A** Sí identifico algunas propiedades de los metales y las relaciono con sus aplicaciones tecnológicas.

Con tu maestro resuelve los casos en que tus logros no sean los mejores.

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

Nuestro planeta atraviesa una época muy difícil en términos ambientales. Probablemente el problema más grave al que nos enfrentamos en estos momentos es la contaminación y sus efectos. La contaminación ambiental se debe a los materiales vertidos a la atmósfera, al agua y al suelo, como gases contaminantes, líquidos y sólidos sintéticos, algunos de los cuales son altamente tóxicos. Todos esos materiales se producen mediante las actividades industriales y cotidianas de todos los seres humanos.



**Figura 2.30.** Cuando los automóviles concluyen su vida útil, los metales con que fueron fabricados deben ser reciclados.

Los metales también son parte de esos agentes contaminantes pues, debido a su fuerte estructura y propiedades, tardan en degradarse incluso cientos de años. Por ello, se deben desechar con mucho cuidado y, de ser posible, utilizarlos en nuevas aplicaciones; en otras palabras, es necesario reducirlos, reusarlos y reciclarlos (fig. 2.30).

Reflexiona:

- ¿Qué metales pueden ser fuente de contaminación? ¿Todos?
- ¿Cómo podrías conocer más sobre los efectos de este tipo de materiales en el ambiente?
- ¿Qué materiales metálicos comunes en tu hogar podrías reusar o reciclar?

#### Qué postura tomar ante los desechos en casa

En este apartado adoptaremos un enfoque crítico con respecto al papel que desempeñas con respecto al uso de residuos de materiales metálicos. Antes que nada debemos investigar cuáles son los materiales metálicos que puedes encontrar en tu hogar y en tu entorno.

Comencemos con las tuberías de agua, que cuando son construidas con algún metal, este suele ser acero o plomo. Las tuberías de gas por lo común son de plomo, aunque también las hay de cobre. Los edificios de concreto o cemento tienen estructuras metálicas hechas con varillas de acero o hierro. En la cocina podrías encontrar algunas cacerolas de color azul que se elaboran con un material conocido como **peltre**. La mayoría de los tornillos o tuercas que ocupamos en casa son de aluminio o acero. ¿Te das cuenta? En tu hogar existe una cantidad considerable de objetos que están fabricados con metal o contienen partes metálicas.

Ahora lo importante es que comencemos con una tarea, que lejos de ser tediosa o poco interesante, te ayudará a tener mayor conciencia sobre el manejo de los residuos de materiales metálicos. Esta labor implica que primero identifiques los objetos elaborados con dichos materiales y, posteriormente, que sepas qué hacer con ellos, cuándo cambiarlos y cómo evitar que contaminen el ambiente.

© Nueva México

#### ¡Qué lata!

Pensemos en los elementos metálicos que más se utilizan en la elaboración de productos de consumo humano. Por ejemplo, el aluminio es un metal que se considera un elemento puro y es muy abundante en la superficie terrestre.

Los compuestos de aluminio forman 8% de la corteza de la Tierra y están presentes en la mayoría de las rocas. Se encuentra combinado con otros elementos de forma natural, con los cuales forma sales de aluminio. El aluminio se extrae de un mineral llamado bauxita mediante un proceso de separación.

Todavía en el siglo pasado, entre los diversos usos que se le daban al aluminio, estaba el utilizarlo como medicamento y para lavar prendas, esto mediante un compuesto llamado alumbre (fig. 2.31). Su nombre inicial fue impuesto por el británico Humphrey Davy en 1809 y posteriormente fue designado como *aluminum*. Después de algunos años, la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (IUPAC, por sus siglas en inglés) le asignó el nombre que conocemos.

Uno de los usos más importantes del aluminio en la industria alimenticia es la elaboración de latas para almacenar diversos alimentos, sobre todo bebidas carbonatadas y cervezas. Una vez que cumplieron su utilidad, las latas se pueden reutilizar, por ejemplo, como contenedores para almacenar objetos pequeños, o como lapiceros.

Aquellas latas que se usaron para almacenar sustancias químicas —como aceites para maderas, pinturas y limpiadores, entre otros— no deben ser reusadas ya que pueden quedar trazas o restos de estas sustancias que no se remueven a pesar de limpiarlas.

De igual forma, las latas de aerosoles vacías también deben desecharse ya que los gases que contienen son muy tóxicos y podrían dañar tu salud o la de tu familia; en todo caso, hay que evitar comprar productos envasados de esta forma.

Si ya se usaron, una manera de desechar estos productos consiste en separarlos del resto de los residuos del hogar, lavarlos muy bien y secarlos. Una vez recolectadas todas las latas o materiales de aluminio, se depositan en un contenedor y los servicios de limpieza de la comunidad las retiran. Por lo general son llevadas a industrias encargadas de reciclar diversos materiales.

El reciclado de metales ha tenido gran auge en las últimas décadas. El aluminio separado y recolectado es llevado a grandes hornos donde primero se reduce o muele, luego se funde y se separa en lingotes.

Estos lingotes se utilizan para producir nuevos objetos y, por supuesto, nuevas latas que se utilizarán para almacenar alimentos y bebidas, entre otros productos. De esta manera contribuimos al reúso y reciclado del aluminio.

© Nueva México



**Figura 2.31.** El alumbre, un compuesto formado por aluminio y potasio, se encuentra como sal cristalizada en la Naturaleza. En la antigua Roma fue un mineral muy usado como desodorante debido a sus propiedades bactericidas y cicatrizantes.

#### Glosario

**peltre.** Aleación de plomo, estaño, antimonio y cobre. Muy utilizada en utensilios de cocina.

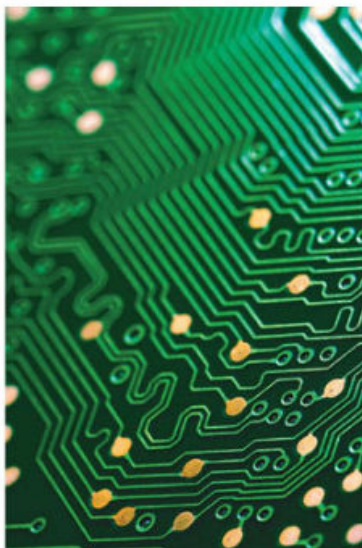


Figura 2.32. Un circuito eléctrico está compuesto, entre otras cosas, por un sistema de guías de cobre que conectan todas y cada una de las otras partes del sistema.

### Los usos del cobre

El cobre es un elemento muy utilizado en las redes y circuitos eléctricos debido a su gran capacidad para transferir energía eléctrica. La luz que emiten los focos de tu casa es energía luminosa que antes era energía eléctrica, y que viajó a través de cables de cobre desde una central eléctrica, donde se produce, hasta tu hogar.

El alambre de cobre tiene otro uso peculiar debido a su alta conductividad eléctrica. Cuando se enrolla y se conecta a un circuito eléctrico, se produce un efecto llamado campo electromagnético, con lo cual se obtiene un componente conocido como **bobina**. Las bobinas sirven como almacenadores de energía magnética cuando por ellas se hace pasar energía eléctrica. Se utilizan en los motores de los automóviles y en los aparatos de radio para facilitar la sintonización de estaciones, entre otras aplicaciones.

En la industria, el cobre se utiliza con distintos fines. Por ejemplo, en la elaboración de computadoras se fabrican unas placas o láminas de cobre que conectan los **circuitos integrados** o **chips**, las cuales funcionan como puente entre las placas y otros tipos de circuitos (fig. 2.32).

Tanto los chips como las bobinas poseen un componente metálico que, a diferencia de las latas de aluminio, debe ser tratado y reciclado en industrias especializadas. Por lo general es necesario remover el material metálico con técnicas de fundido o con materiales corrosivos que no son fáciles de manipular en el hogar.

Los alambres de cobre, así como otros objetos de este metal (monedas, llaves, entre otros), pueden ser fundidos y reusados con mayor facilidad. En general el cobre, al igual que otros metales como el oro, la plata, el hierro, el plomo o el estaño, se puede reciclar y reusar casi en su totalidad. Sin embargo, existen otros metales que por su toxicidad o dificultad para reciclar deben ser reducidos y rechazados.

### Glosario

**chip o circuito integrado.** Pastilla pequeña elaborada con un material semiconductor. Está protegida por una cápsula de plástico o porcelana.  
**ortopedro.** Prisma cuyas caras, base y tapa son rectangulares.

### Ciencia a la mano

El llamado dispositivo intrauterino (DIU), muy utilizado como método anticonceptivo, tiene efecto espermicida debido al cobre que se utiliza en su fabricación. Este método es muy efectivo si se aplica correctamente: puede alcanzar 98% de efectividad con una durabilidad de hasta 10 años.

### Actividad

Existen ciertos envases de cartón con forma de **ortopedro** en los que por lo común se almacenan y distribuyen muchos alimentos, entre ellos la leche. Estos envases están recubiertos internamente por una delgadísima capa de aluminio sobre la cual se coloca otra fina capa de un polímero o plástico.

De manera individual, investiga si esta capa de aluminio puede ser reusada y reciclada, así como cuál sería el proceso necesario para efectuar esta tarea.

De la misma manera que las latas de aluminio, con base en tus resultados, propón un método para reusar, reciclar, desechar o reducir este tipo de envases.

Elabora un informe sobre tu análisis y tus resultados. Comenta tu experiencia con tus compañeros. Concluyan con la ayuda del profesor.

© Nueva México

### El hierro está en todas partes

Sin lugar a dudas, el hierro es uno de los elementos más utilizados en la elaboración de objetos metálicos. Debido a su maleabilidad es un material muy manipulable que ha permitido obtener un sinfín de formas y productos a partir de él. A diferencia del cobre y el aluminio, el hierro tiene características magnéticas. Además, su dureza le ha permitido ubicarse entre los materiales más empleados para fabricar piezas utilizadas en la construcción de puentes y edificios, así como automóviles, barcos y aviones, pues a partir de su aleación con el carbono se obtiene el acero.

El hierro es uno de los principales componentes del núcleo de la Tierra y está presente en 5% de los compuestos de la corteza terrestre. De manera natural, el hierro se combina con otros elementos, como el oxígeno, con el cual forma óxidos.

El hierro ha sido ampliamente utilizado por el ser humano desde que aprendió a manipularlo, y su uso tuvo su gran apogeo hacia el año 1000 a. de C. En nuestro entorno podemos encontrar diversos objetos elaborados con hierro, desde diminutas agujas para coser y alfileres, hasta bloques de hierro utilizados como contrapesos para mover elevadores.

Como ya se dijo, la aleación más importante del hierro es el acero. Debido a su dureza y a que su proceso de oxidación con el aire y el agua es muy lento, el acero se utiliza para fabricar recipientes para cocinar y almacenar alimentos, cubiertos, muebles, recubrimientos y muchos otros objetos de uso común.



Piensa ahora en todos aquellos objetos que en tu casa sean de hierro o acero. Por ejemplo, casi todas las partes metálicas que componen un automóvil, como el motor, las puertas y la cajuela, son de hierro o alguna de sus aleaciones. De igual manera, otros objetos fabricados con este elemento son los tornillos, clavos, tuercas, refrigeradores, bisturís, pinzas, mangueras para distribuir gas combustible, aviones, edificios, entre muchos otros (fig. 2.33).

Así como existen fábricas que producen objetos de hierro y sus aleaciones, también hay servicios que se especializan en su recolección y reciclaje.

© Nueva México

### Conexión

Para saber más sobre el tema, puedes consultar:

*El mundo de la química. Volumen 13. La química y el ambiente.* VideoSEP.

Ganeri, Anita. *Algo viejo, algo nuevo: Reciclando*, Editorial Destino, México, Libros del Rincón, 2006.



Figura 2.33. La civilización actual sería inconcebible sin el hierro y sus aleaciones, y los usos que se les han dado.

Los deshuesaderos de autos son lugares en los que se desechan los vehículos que por alguna razón dejaron de ser útiles. Ahí se les tritura o reduce, para luego fundirlos y transformarlos en otros objetos metálicos. De hecho, la mayor parte de los objetos elaborados con hierro tienen el mismo tratamiento. Algunos otros que aún son útiles para el propósito que se les fabricó, son removidos del aparato o sistema del que formaban parte, y después son agrupados y colectados para reusarlos.

En casa, una manera adecuada de tratar los residuos metálicos consiste en separarlos en dos clases según su hechura: los de objetos elaborados con hierro y los hechos con aleaciones (por lo general acero inoxidable). Otra opción es buscar un depósito de estos materiales en la localidad y llevarlos ahí.

### El plomo, útil y riesgoso



**Figura 2.34.** Otros objetos de uso cotidiano que contienen plomo son aquellos que están elaborados con arcilla o barro. Por ello no es recomendable cocinar, transportar o almacenar alimentos en este tipo de recipientes, ya que a la larga pueden provocar intoxicación.

A principios del año 2000, muchas personas en nuestro país y otras naciones del mundo presentaron altos niveles de plomo en la sangre, lo cual se convirtió en un grave problema de salud pública, pues el plomo es un metal tóxico que causa complicaciones en el organismo, incluso la muerte.

El problema fue generado por el tipo de gasolina utilizada en ese entonces, que incorporaba grandes cantidades de plomo para mejorar el rendimiento de los motores, pero que se desprendía durante la combustión, liberándolo a la atmósfera. Cuando las concentraciones de este elemento alcanzaron grandes cantidades en el aire, se hicieron notar muchos y graves casos por contaminación ambiental y de la sangre en los seres humanos.

El plomo se encuentra en la corteza terrestre combinado con otros elementos. Debido a su relativa sencillez para ser extraído y purificado, y a que se funde fácilmente, es uno de los metales más conocidos por la humanidad. Por ejemplo, en tiempos de los antiguos romanos el plomo se utilizaba como recubrimiento en cañerías y bañeras.

La utilidad del plomo no ha disminuido significativamente. Es muy útil para recubrir todo tipo de cables, por ejemplo, de teléfono, de televisión, de Internet o de electricidad. Este interesante uso como recubrimiento se debe a su gran capacidad dúctil, la cual le permite estirarse considerablemente y formar forros continuos. También se le emplea en la fabricación de baterías.

En casa y sus alrededores encontrarás plomo principalmente como parte de los tipos de cables antes mencionados. Antes se le usaba mucho para fabricar carros y soldaditos de juguete, lo cual ya no es tan común debido a su peligrosidad (fig. 2.34).

© Nueva México

El plomo es un material que debe desecharse de manera responsable, ya que a diferencia de los otros metales de los que hemos hablado, representa un alto riesgo para la salud, sobre todo cuando contamina fuentes de agua potable.

En la industria el plomo se utiliza para elaborar pinturas y pigmentos. Debido a esto las escamas de pintura y los juguetes fabricados con compuestos de plomo se consideran un peligro potencial para los niños, ya que este elemento les resulta especialmente dañino. En la actualidad existen leyes que penalizan el uso de este tipo de compuestos en productos que estén en contacto directo con personas.

El plomo ingerido en cualquiera de sus formas es altamente tóxico. Sus efectos suelen notarse después de haberse acumulado en el organismo durante cierto tiempo. Los síntomas de envenenamiento con plomo son anemia, debilidad, estreñimiento y parálisis en muñecas y tobillos. También puede producir disminución de la inteligencia, retraso en el desarrollo motor, deterioro de la memoria y problemas de audición y equilibrio.

Para desechar cualquier objeto que contenga plomo o alguno de sus compuestos, infórmate en qué lugares se tratan este tipo de residuos, y de ser posible tú o un miembro de tu familia o comunidad deberá llevarlos directamente a la planta de tratamiento. También puedes desechar estos materiales en bolsas de color rojo, cerradas y con rótulos que indiquen que contienen objetos con plomo, para que los encargados de recolectar los residuos de los hogares puedan clasificarlos con mayor facilidad y llevarlos a los sitios correspondientes.

Sin embargo, lo más sano es evitar comprar objetos que entre sus componentes incluyan plomo.

### Actividad

Organízate en un equipo de trabajo de tres o cuatro compañeros.

De manera individual investiguen en sus hogares qué objetos de uso cotidiano están elaborados con base en metales.

Para cada uno de los metales analizados en este subtema, identifiquen tres objetos que los contengan o que estén hechos casi en su totalidad por ellos.

Según las características de cada objeto y su composición, evalúen si puede ser reusado, reciclado, reducido o rechazado.

De manera organizada, acuerden qué tipo de reporte es mejor para dar a conocer sus resultados ante el resto del grupo y el profesor.

Elaboren un folleto, un díptico o un tríptico con esta información que pueda ser distribuido en la comunidad, una vez que sea comentado por el grupo y revisado por el profesor.

© Nueva México

### Yo decido



¿Dejarías de comer ese rico mole poblano tan apetitoso cocinado en cazuela de barro si sabes que puede tener residuos de plomo?

Para tu conocimiento, a través del Fonart (Fondo Nacional para el Fomento de las Artesanías) el gobierno mexicano da capacitación a los artesanos para que sustituyan por esmaltes sin plomo el que tradicionalmente utilizan en los utensilios de barro esmaltado.

Cierre

Marca con una ✓ el nivel de logro que alcanzaste

#### Aprendizaje esperado

Identifico en mi 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.

- |                |   |   |
|----------------|---|---|
| Nivel de logro | C | Me cuesta identificar productos metálicos y no puedo tomar decisiones sobre cómo usarlos o reutilizarlos. |
|                | B | Puedo identificar productos metálicos pero no puedo tomar decisiones sobre cómo usarlos o reutilizarlos.  |
|                | A | Sí identifico diversos productos metálicos y puedo tomar decisiones sobre cómo usarlos o reutilizarlos.   |

Con tu maestro resuelve los casos en que tus logros no sean los mejores.

## Segunda revolución de la química

## Inicio

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

Figura 2.35. Las estaciones del año siempre suceden en el mismo orden, y con cambios climatológicos semejantes.



Las estaciones son cambios en las condiciones medioambientales que se repiten cíclicamente al año. Por ejemplo, según la estación, hace calor, hace frío, llueve o nieva. Estos cambios definen cuatro estaciones: primavera, verano, otoño e invierno.

Las estaciones siempre suceden en el mismo orden y en el mismo tiempo. A pesar del cambio climático que vivimos, siguen manifestándose igual, pues en diciembre la temperatura tiende a disminuir y en algunas regiones incluso cae nieve; por lo contrario, en verano suele hacer calor, a veces mucho (fig. 2.35).

Reflexiona:

- ¿Qué tiene que ver el fenómeno de las estaciones con la química?
- ¿Qué fenómenos de la Naturaleza que conoces se repiten con regularidad?
- ¿La repetición de procesos o fenómenos naturales permite hacer predicciones?

Uno de los fundamentos experimentales de la ciencia es la posibilidad de repetir un experimento en condiciones iguales y obtener los mismos resultados. De hecho, esta característica nos permite obtener conocimiento confiable por medio de un tipo de razonamiento llamado inducción.

La **inducción** nos ayuda a convertir un conocimiento particular en un conocimiento general, pero no nos garantiza que no encontremos excepciones. Veamos el caso de los cuervos: siempre los hemos visto de color negro, en las caricaturas, películas y en la vida real; podríamos afirmar incluso que todos los cuervos son negros. Sin embargo, también es cierto que existen cuervos blancos o albinos. Ahora que lo sabes, ya no puedes asegurar que todos los cuervos son negros, ¿no es así?

En la ciencia ocurre algo similar. Todo el tiempo, de manera consciente o no, utilizamos la inducción para obtener conocimientos. Por ejemplo, en 1986 el cometa Halley apareció en el cielo como un rayo. Sin embargo, 76 años antes alguien ya había visto y registrado el paso de este mismo cuerpo celeste; más aún, yendo hacia atrás en el tiempo, hay noticias de este cometa desde hace casi mil años, con apariciones cada 76 años que cumplen la predicción de que volverá a aparecer cumplido este tiempo.

© Nueva México

Así como el cometa Halley, ya en el terreno de la química, existe un fenómeno semejante: todos los elementos químicos que constituyen la materia que nos rodea tienen propiedades que se repiten entre muchos de ellos ordenadamente. Por ejemplo, el aluminio y el oro son metales sólidos; el oxígeno y el nitrógeno son incoloros; el helio y el neón son gases, etc. Siendo así, había que ordenar o clasificar los elementos de alguna forma, ¿no crees?

Hace mucho tiempo, los químicos se esforzaban por describir todas las sustancias que caían en sus manos: las separaban, mezclaban, calentaban, enfriaban, destilaban, filtraban y evaporaban. La observación y el registro de estas regularidades les permitió clasificarlas en varios grupos (fig. 2.36).

Algunos elementos tienen propiedades semejantes, por ejemplo el aluminio y el cobre conducen la electricidad y tienen un brillo característico de los metales. En cambio, el azufre y el cloro no conducen la corriente eléctrica, son quebradizos y generalmente opacos.

Recabando información sobre los elementos, los químicos hicieron una clasificación general, que después afinaron según las reacciones de los elementos ante otras sustancias. Toda esta información fue condensada en la llamada **Tabla periódica de los elementos**.

Pero el logro de esta maravilla de la ciencia no fue fácil, para ello debieron ocurrir una serie de acontecimientos decisivos en la historia de la química.

## De Dalton a Cannizzaro

A principios del siglo XIX, **John Dalton** (1766-1844) señaló que los compuestos, para ser estables, debían estar formados por un átomo de un elemento unido a otro átomo de otro elemento. Es decir, para el caso del agua, esta debería estar compuesta por un átomo de hidrógeno unido a un átomo de oxígeno. Hoy sabemos que esto es incorrecto, pero esta idea perduró hasta que fue rebatida por Gay-Lussac.

**Joseph-Louis Gay-Lussac** (1778-1860), a partir de sus estudios con el oxígeno y el hidrógeno, logró obtener agua y descubrió que por cada átomo de oxígeno había dos de hidrógeno. De esta forma se concluyó que los compuestos más estables no necesariamente debían tener una relación de uno a uno entre sus átomos, pues la molécula de agua es sumamente estable y la relación que guardan sus átomos es de dos a uno.

De igual forma, el químico y físico italiano **Amedeo Avogadro** (1776-1856) postuló una ley que ayudó en gran medida a esclarecer la composición de las sustancias. Propuso que cuando dos gases tienen el mismo volumen y se encuentran bajo las mismas condiciones de presión y temperatura, deben contener el mismo número de partículas (fig. 2.37).

Este trabajo fue retomado cuarenta años después por otro químico italiano, **Stanislao Cannizzaro** (1826-1910), quien lo enriqueció al descubrir que algunos elementos estaban formados por moléculas de dos átomos del mismo tipo y no por átomos aislados, como se pensaba en ese momento.

© Nueva México



Figura 2.36. En la vida cotidiana las clasificaciones son muy útiles: en un supermercado no podríamos encontrar un producto específico si la mercancía estuviera revuelta.

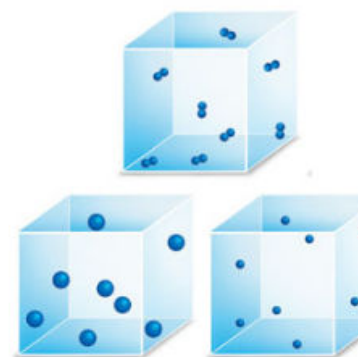


Figura 2.37. En estas cajas hay tres gases diferentes. Según Avogadro, no importa el tamaño ni el número de átomos: los tres cubos tienen ocho partículas.

## Desarrollo

Esto lo logró gracias al uso del método científico, que le permitió organizar, clasificar y analizar la información para obtener conclusiones veraces y congruentes con respecto al fenómeno estudiado.

Lo anterior parece simple, pero requiere de cientos de repeticiones y mediciones experimentales y de la minuciosa organización y clasificación de los resultados para facilitar su análisis y obtener conclusiones.

Para comprender mejor ambos descubrimientos veamos el siguiente ejemplo: Imagina que tienes la misma cantidad de hidrógeno y helio en condiciones normales de temperatura y presión. El hidrógeno en forma de gas es una molécula y está formado por dos átomos de hidrógeno, mientras que el helio es un gas formado por átomos aislados de helio.

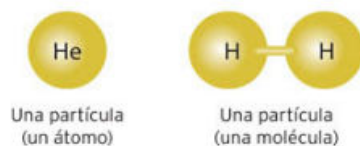


Figura 2.38. Representación del helio y del hidrógeno en forma de gas.

Según la ley de Avogadro, si tenemos la misma cantidad de gas de hidrógeno y helio, cada uno en un recipiente, y en las mismas condiciones de temperatura y presión, ambos tendrán el mismo número de partículas. Pero, el hidrógeno tiene dos átomos y el helio tiene uno, por tanto habrá el doble de átomos de hidrógeno con respecto al helio (fig. 2.38).

Si pesamos los gases obtendremos resultados diferentes. Este peso obtenido, dividido entre el número de partículas, nos da la **masa atómica**. Por tanto, si queremos obtener la masa atómica del helio debemos dividir el peso del gas entre el número de partículas; para el hidrógeno hay que dividir el peso del gas entre el doble de partículas que contiene (recuerda que está formada por dos átomos de este elemento) (fig. 2.39).

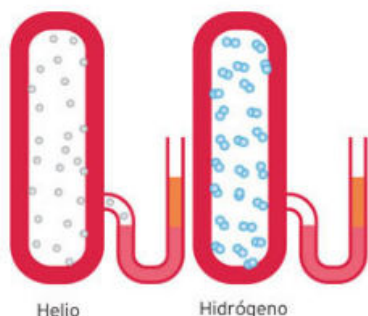


Figura 2.39. El peso de los dos gases es diferente aunque tengan el mismo número de partículas.

Por otra parte, existe otro concepto, que es el de la **masa molar** referido a los compuestos, en este caso el hidrógeno. Este concepto lo verás más detenidamente en bloques posteriores, pero es importante que sepas que permite determinar más fácilmente el número de partículas en una muestra de una sustancia midiendo la masa de la muestra.

Gracias a estas ideas Cannizzaro construyó una tabla esencialmente correcta de pesos atómicos y con ello fue posible determinar con mayor exactitud las masas atómicas de los elementos químicos, corrigiendo las que se habían determinado con base en los postulados de Dalton.

### El Primer Congreso Internacional de Química

Una de las características más importantes de la ciencia actual es el continuo intercambio de información que se da en el plano internacional gracias a publicaciones y congresos. A principios del siglo XIX existían distintas escuelas de químicos que sostenían teorías diferentes, utilizaban lenguajes y unidades de medida distintas y, sobre todo, tenían concepciones opuestas acerca de los átomos y las moléculas. Para remediar esta situación, en 1860 tres renombrados científicos, los alemanes **Friedrich August Kekulé von Stradonitz** (1829-1896), **Karl Weltzien** (1813-1870), y el francés **Charles Adolphe Wurtz** (1817-1884), organizaron el Primer Congreso Internacional de Química en la ciudad alemana de Karlsruhe, donde se reunieron muchos de los científicos más destacados de Europa.

© Nueva México

Dicho congreso fue uno de los eventos más importantes en la historia de la química, pues muchas de las propuestas en él planteadas prevalecen hasta nuestros días. En esa época, algunas sustancias tenían hasta diecinueve nombres diferentes, y no había un consenso acerca de conceptos básicos, como los de molécula, átomo, acidez y basicidad, entre otros.

### Actividad

Con la orientación del profesor, realicen en parejas la actividad propuesta.

- En pequeños papeles, escriban los nombres "ácido acético", "ácido etanoico" y "vinagre".
- Doble los papeles de tal manera que no se pueda ver el nombre e introdúzcanlos dentro de un recipiente.
- Nombren un representante por pareja que se encargue de elegir uno de estos papeles al azar.
- Investiguen las propiedades de la sustancia elegida sin que otros equipos sepan de cuál se trata, y desarrollen una pequeña presentación con la información obtenida, para exponerla ante el grupo.
- Una vez que todas las parejas hayan expuesto delante del grupo, con ayuda de su profesor respondan:
  - ¿Se parecen los datos aportados por cada una de las investigaciones?
  - ¿Será necesario llegar a un acuerdo para nombrar a estas sustancias?
- Concluyan grupalmente.

El Primer Congreso Internacional de Química también ayudó a unificar el lenguaje químico, lo que permitió que cada sustancia fuera reconocida con el mismo nombre en todo el mundo.

El químico ruso **Dimitri Mendeleiev** (1834-1907) fue uno de los asistentes; gracias a ello pudo conocer la información expuesta por Cannizzaro. Cabe destacar que Mendeleiev provenía de una región rusa donde no se tenía la información más actualizada sobre los acontecimientos y descubrimientos químicos.

### Mendeleiev y la tabla periódica

Antes de Mendeleiev, muchos intentos fueron realizados para ordenar los elementos químicos en forma sistematizada, es decir, de acuerdo con algún patrón que siguiera las propiedades químicas o físicas de estos elementos.

Uno de los primeros científicos que intentaron ordenar los elementos de acuerdo con su masa atómica fue **Alexandre-Emile Béguyer de Chancourtois** (1820-1886), quien en 1862 acomodó los elementos dentro de una hélice y mostró la existencia de cierta periodicidad, encontrando que, cada 16 elementos, las propiedades de los elementos eran similares. Sin embargo, esta clasificación no fue bien recibida por la comunidad científica, ya que era complicada y presentaba inconsistencias.

© Nueva México

### Conexión

Para saber más sobre este contenido, consulta:

García, Horacio. *El químico de las profecías: Dimitri I. Mendeleiev*. Pangea Editores, México, 1990.

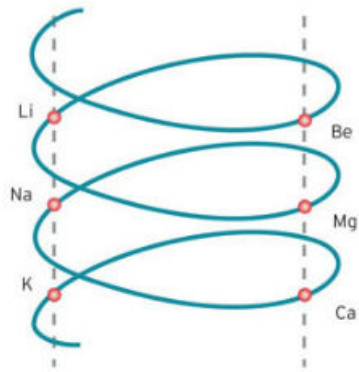


Figura 2.40. Forma de organizar los elementos químicos, según Newlands.

El siguiente esfuerzo al respecto fue realizado por **John Newlands** (1837-1898), quien dispuso los elementos en orden creciente de masa atómica, determinando que cada ocho elementos se repetían las propiedades de los elementos. Al parecer, Newlands llegó a esta conclusión influenciado por sus estudios musicales. Por desgracia su trabajo tampoco fue aceptado e incluso fue ridiculizado por muchos debido a que también presentaba errores e inconsistencias (fig. 2.40).

En 1870, Dimitri Mendeleiev reorganizó los 63 elementos conocidos hasta ese momento de acuerdo con sus masas atómicas y las propiedades de algunos compuestos que formaban. Los elementos estaban organizados en una tabla según el orden creciente de su masa atómica. Colocó los elementos en un arreglo vertical, empezando por los más livianos. Cuando llegaba a un elemento que tenía propiedades semejantes a las de otro elemento que ya había colocado en la columna, comenzaba una nueva columna. De esta manera, los elementos con propiedades parecidas quedaban acomodados en hileras.

Tiempo después, Mendeleiev perfeccionó su tabla: acomodó los elementos en filas horizontales; esta tabla fue antecesora de la tabla periódica actual. Los patrones de las propiedades de los elementos se repetían en las filas. Los elementos de las columnas también mostraban propiedades similares. Mendeleiev estaba tan convencido de la periodicidad de los elementos que colocó algunos grupos de estos con otros de propiedades similares que, acomodados por su masa atómica, podrían tener una organización diferente (fig. 2.41).

Una de las características especiales de su propuesta de clasificación consistió en dejar libres los espacios necesarios donde, según predijo, se incluirían elementos aún desconocidos por la humanidad. Y no se equivocaba: con el paso del tiempo, estos espacios fueron ocupados por elementos hasta entonces desconocidos, lo que terminó por consagrar su tabla periódica como una herramienta científica invaluable.

Gracias a los trabajos de Mendeleiev, el trabajo de Newlands fue aceptado como uno de los precursores para la clasificación de los elementos químicos. Ambos fueron premiados con la medalla Davy, que otorga la Real Sociedad de Londres para el Avance de las Ciencias Naturales.

Es importante mencionar que además de Mendeleiev existían otros científicos con propuestas similares. Sin embargo, este científico ruso tuvo la destreza de mostrar sus hallazgos a toda Europa central, donde se encontraba el mayor número de científicos.

Mendeleiev transmitió los resultados de su trabajo por medio de cartas, libros y diversos artículos, por lo que estos pudieron llegar a toda la comunidad científica. Gracias a su esfuerzo por comunicar sus investigaciones, no solo logró fama internacional, también generó una revolución científica que sería acompañada por adelantos científicos que hoy nos facilitan la vida.

— 70 —

по въ вид, видъ какъ се, уже ясно выражается приближенно въ ставленномъ иномъ началъ во всей совокупности элементовъ, рядъ которыхъ является съ достоверностью. На этотъ разъ я и желалъ преимущественно найти общую систему элементовъ. Вотъ этотъ опытъ:

Li=7	Be=9.4	B=11	Al=27.4	Si=28	P=31	S=32	Cl=35.5	K=39	Ca=40	Ti=50	Zr=90	V=51	Nb=94	Cr=52	Mo=96	Mn=55	Rh=104.4	Fe=56	Ni=58.7	Cu=63.5	Ag=108	Pd=106.4	Os=199	Ir=195	Co=59	Ni=58.7	Pt=195.1	Hg=200
------	--------	------	---------	-------	------	------	---------	------	-------	-------	-------	------	-------	-------	-------	-------	----------	-------	---------	---------	--------	----------	--------	--------	-------	---------	----------	--------

в основу предлагаю въ разныхъ рядахъ выстроить различные ряды, что есть въ главныхъ числахъ предлагаемой таблицы. Какъ не предать предположить при составленіи системы очень много различныхъ членовъ. То и другое явилъ опытомъ. Мнѣ кажется предельно, насколько возможно, сообщить приблизительную систему (предположеніе или догадка), но я надеюсь на то, что она будетъ выведена въ надлежащемъ результатѣ. Ситуация дѣла требуетъ отъ меня въ равнообразіи сопоставленій, даже конечно при догадкахъ основанаго начала, выведеннаго въ этой статьѣ.

Li	Na	K	Ca	Rb	Ag	Cs	—	Tl
7	23	39	40.4	85.4	108	133	—	204
Be	Mg	Ca	Zn	Sr	Gd	Ba	—	Pb
9.4	24	40	65.4	88	—	137	—	207
B	Al	—	—	Er	—	—	—	—
11	27.4	—	—	—	—	—	—	—
C	Si	—	—	Zr	—	—	—	—
12	28	—	—	—	—	—	—	—
N	P	V	As	Nb	Sb	—	—	—
14	31	51	75	—	—	—	—	—
O	S	—	—	Te	—	—	—	—
16	32	—	—	—	—	—	—	—
F	Cl	—	—	I	—	—	—	—
19	35.5	—	—	—	—	—	—	—

Figura 2.41. Tabla de los elementos químicos según Mendeleiev.

Conexión

Para ampliar tus conocimientos sobre el científico ruso Dimitri Mendeleiev puedes acceder a la siguiente página electrónica y conocer su vida de forma más detallada y el proceso que realizó para proponer la tabla periódica.

[http://cea.quimicae.unam.mx/Estru/tabla/06\\_Mendeleiev.htm](http://cea.quimicae.unam.mx/Estru/tabla/06_Mendeleiev.htm)

(Fecha de consulta: 20 de octubre 2016.)

Tanto Cannizzaro como Mendeleiev observaron similitudes y diferencias en las propiedades de los elementos y trataron de relacionarlas con la masa atómica. Todos estos descubrimientos y acontecimientos se consideran revolucionarios porque representan una ruptura con las ideas del pasado.

Para comprender esto debemos hacer uso del concepto de **paradigma**, que puede entenderse como la concepción que hasta cierto momento de la historia comparten los científicos producto de un conjunto de teorías aceptadas como ciertas.

Cuando se acumula la suficiente cantidad de información que apunta en contra de las teorías hasta el momento aceptadas, se genera una ruptura caracterizada por un nuevo grupo de teorías que explican tanto la información conocida anteriormente como la nueva información con la que se cuenta y que no es congruente con las teorías pasadas.

A esta ruptura se le conoce como revolución y puede ocurrir en muchos ámbitos del conocimiento humano y no solo en la ciencia. Los trabajos e ideas de Mendeleiev y Cannizzaro llegaron a oídos de toda la comunidad científica dando una mejor explicación a los fenómenos que en ese entonces se estudiaban, por lo que fueron asimilados como propios, cambiando el paradigma científico de la época en espera de una nueva revolución.

Actividad

**Propósito:** Identificar la importancia de la organización de los elementos.  
**Material:** Cartulina, plumones, tabla periódica.

- Desarrollo:**
- Con la participación de todo el grupo, recorten 18 tarjetas del mismo tamaño, enumerenlas en la parte superior derecha del 1 al 18 y acomódenlas de forma vertical con numeración ascendente.
  - Investiguen el número atómico de los primeros 18 elementos y dibujen el símbolo de cada uno.
  - Investiguen propiedades como el estado de agregación, puntos de fusión y ebullición, propiedades macroscópicas, etcétera, y escriban algunas de estas en la parte posterior de cada tarjeta, para tener la información a la mano.
  - Organicen las tarjetas en grupos que compartan propiedades similares.
  - Reorganicen las tarjetas en orden creciente de numeración.

**Resultados y conclusiones**  
**Respondan:**

- ¿Encuentran alguna relación entre el número atómico y las propiedades de los elementos que pertenecen a cada uno de los grupos que formaron?
- Si deben unir a los distintos grupos de elementos formados de acuerdo con sus propiedades, ¿cómo lo harían?
- ¿Qué similitudes encuentran entre la tabla periódica de Mendeleiev y la manera en la que organizaron las tarjetas que representan a los elementos químicos?
- Con la guía del profesor, obtengan conclusiones.

Cierre

Marca con una ✓ el nivel de logro que alcanzaste

Aprendizaje esperado

Identifico las aportaciones de los trabajos de Cannizzaro y Mendeleiev y argumento la importancia de la comunicación de ideas para socializar el conocimiento.

- Nivel de logro
- C** Me cuesta identificar la importancia de Cannizzaro y Mendeleiev y la comunicación de ideas.
  - B** Identifico las aportaciones de Cannizzaro y Mendeleiev pero no la importancia de comunicar ideas.
  - A** Identifico las aportaciones de Cannizzaro y Mendeleiev y la importancia de comunicar ideas.

Con tu maestro resuelve los casos en que tus logros no sean los mejores.

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

Inicio

### 5.1 Regularidades en la Tabla Periódica de los Elementos químicos representativos

Los anuncios espectaculares que observamos en grandes ciudades, como la Ciudad de México, Tokio, Nueva York, entre otras, utilizan luces de colores para destacar entre los demás. Muchas de estas luces se producen utilizando diferentes gases nobles. Los gases nobles son los que tienen completa su dotación de electrones de valencia. Se les llama nobles porque son inertes o no reactivos. Estas características hacen que tengan comportamientos y propiedades similares (fig. 2.42).

Reflexiona:

- Si tuvieras que ordenar a los gases nobles en una tabla de información, ¿en qué te basarías para ordenarlos?
- ¿Cuál es la función de la tabla periódica de los elementos?
- ¿Se pueden hacer predicciones a partir de la tabla periódica? ¿Cuáles? ¿Por qué?

Desarrollo



Figura 2.42. Los gases neón, criptón y xenón se usan en tubos a través de los cuales se hace pasar corriente eléctrica.

Después de que Dimitri Mendeleiev propuso su tabla periódica, se descubrieron nuevos elementos, lo que permitió mejorar esta gran herramienta. Al principio, la tabla periódica se ordenó y enlistó de acuerdo con una propiedad característica de cada elemento: su masa atómica. Pero ni Mendeleiev ni otros científicos que aportaron ideas e información para la tabla lograron identificar la propiedad que permitiera en el futuro organizar sin errores o suposiciones los elementos químicos.

Una de las características más importantes que poseía la forma en que Mendeleiev agrupó los elementos es que, de acuerdo con sus posiciones y características en común, había huecos o espacios donde debería ir algún elemento, inexistente en el momento en que fue propuesta la tabla. Con esto en mente, Mendeleiev predijo la existencia de varios elementos, y no solo eso: predijo también que esos elementos poseerían cierta masa atómica, tal es el caso de un elemento metálico parecido al zinc, el galio, descubierto en 1875 por **Paul Emile Lecoq de Boisbaudran** (1838-1912), quien decidió llamarle como su tierra natal, *Gallia*, nombre con el que también se conoce a Francia.

Casos similares al galio son el germanio, el escandio y el tecnecio; este último fue generado de forma artificial en 1937 y es el primer elemento producido y conocido de esta forma por los seres humanos (tecnecio significa en griego, artificial). Además de él, hasta la fecha hay veinticinco elementos obtenidos de manera artificial, es decir, son elementos sintéticos (fig. 2.43).

© Nueva México

Los descubrimientos realizados por científicos como Rutherford, Lewis y Bohr sentaron las bases para entender de forma más profunda la naturaleza y el funcionamiento de los mecanismos que se dan dentro de los átomos. Estos descubrimientos permitieron depurar aún más la tabla periódica propuesta por Mendeleiev.

Cuando a finales del siglo XIX se descubrió la existencia de los gases nobles, como el neón, el orden de la tabla periódica de Mendeleiev se enfrentó a un gran desafío: disponer los elementos de forma creciente de acuerdo con su masa atómica y agruparlos en conjuntos según ciertas características compartidas, como cuando conjuntó la plata, el oro y el aluminio dentro de un mismo grupo, ya que esos elementos poseían propiedades semejantes.

Además de los gases nobles, se identificaron elementos conocidos como "tierras raras". Esto no solo causó confusión al ordenar los elementos en la tabla periódica, sino que de inmediato sugirió que debía cambiar la manera en que se debían enlistar y sistematizar estas sustancias.

En 1913 **Henry Moseley** (1887-1915), físico y químico inglés, describió la forma más adecuada hasta entonces de ordenar los elementos químicos. Mientras realizaba un experimento sobre rayos X, comprobó que había una propiedad atómica que permitía identificar sin error todos y cada uno de los elementos químicos y sin confundirlos. Hoy día sabemos que esta propiedad es el **número atómico**, y está relacionado con el número de protones que hay en cada átomo.

A pesar de que la propiedad pilar que mantiene integrada y ordenada la tabla periódica de Mendeleiev no es al final la masa atómica, esta sigue siendo una de las propiedades más importantes para distinguir un elemento de otro, y es la base teórica que rige el funcionamiento de muchos equipos utilizados para identificar sustancias.

#### El lenguaje de la química

Desde el siglo pasado, los químicos usan letras mayúsculas seguidas a veces de una minúscula para simbolizar a un elemento, de tal forma que el símbolo O se utiliza para representar al oxígeno y Ca para el calcio.

Los símbolos químicos muchas veces provienen de palabras del latín o griego; otros, tienen símbolos que representan algún lugar de la Tierra; algunos más, de los planetas o cuerpos celestes, y algunos se llaman así en honor de algún científico famoso.

Así como las matemáticas, la mecánica, el boxeo y el fútbol tienen su lenguaje particular, es importante conocer el lenguaje químico para comprender la información que se maneja.

**Primo Levi** (1919-1987) nació en Turín, Italia. Se educó como químico pero escribió varios libros, entre ellos, *El lenguaje de los químicos*. En esa obra, Levi hace una reflexión acerca de las numerosas maneras mediante las cuales los químicos representan la realidad.

© Nueva México



Figura 2.43. El neptunio es un elemento sintético que se obtiene a partir del uranio. Es un metal blanco y muy reactivo.



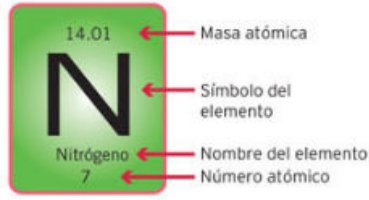


Figura 2.44. Representación de la información del elemento nitrógeno.

### ¿Cómo leer la tabla periódica?

De acuerdo con el tipo de tabla que utilizemos, podemos encontrar un sinfín de propiedades, valores y descripciones sobre cada uno de los elementos que se muestran en ella.

Si analizamos todos estos datos encontraremos una gran cantidad de información interesante y útil. En la figura 2.44 se muestran los datos de un elemento conocido como nitrógeno. Existen valores numéricos y letras que tienen un propósito y representan una propiedad o característica del elemento. De igual manera, la tabla periódica concentra mucha información sobre cada elemento. La tabla periódica debe contener al menos:

- **Masa atómica:** También llamada **número de masa**, representa el número de unidades de masa atómica (UMA) que tiene. Por ejemplo, cada átomo de nitrógeno contiene en su núcleo catorce unidades de masa atómica, que son el número de protones y neutrones que contiene.
- **Nombre del elemento:** Es la forma como se reconoce un elemento químico. Por ejemplo, el nombre del nitrógeno está compuesto por dos vocablos griegos: *nitron*, que significa “nitrato potásico” y *gen*, cuyo significado es “generar”; el término *nitro* era comúnmente usado para los compuestos de sodio y potasio, que contenían nitrógeno.
- **Símbolo del elemento:** Representa, de forma abreviada, el nombre de cada elemento químico. Por lo común se utilizan una o dos letras; la primera va en mayúscula y la segunda en minúscula, cuando la hay. Este sistema es muy útil cuando se representan moléculas o se usan fórmulas y ecuaciones.
- **Número atómico:** Esta propiedad de los átomos es tan importante en la actualidad, que es responsable de que a una sustancia le llamemos nitrógeno y a otra carbono. El número atómico representa la cantidad de protones que contiene un átomo de determinado elemento en su núcleo. Debido a que el átomo es eléctricamente neutro, el número atómico también indica el número de electrones que hay alrededor del núcleo.

Ahora bien, las propiedades químicas y físicas de los elementos se repiten en un patrón regular cuando se organizan en orden creciente de número atómico; a esto se le conoce como **ley periódica**. Gracias a todo esto se construyó y estructuró la secuencia de elementos en la tabla periódica (fig. 2.45).

Ahora puedes hacer una lectura de los datos que proporciona la tabla periódica. Como el nitrógeno tiene un número atómico igual a siete, sabemos que hay siete protones en el núcleo de cada átomo de nitrógeno. Otro ejemplo, el titanio, se representa con el símbolo  $Ti$  y posee 22 protones en su núcleo, lo que significa que su número atómico es 22 y su masa atómica es de 48 UMA. La UMA es la unidad de masa atómica que expresa la medida de masas atómicas y moleculares; equivale a la doceava parte de la masa de un átomo de carbono-12, igual a  $1.660538921(73) \times 10^{-27}$  kg. El Sistema Internacional de Unidades no acepta su uso.

© Nueva México

© Nueva México



La tabla periódica constituye una síntesis del conocimiento humano acerca de los elementos químicos.

Fuente: Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (IUPAC).  
Nota: Los elementos con letra gris son artificiales.

## Actividad

Con la orientación de su profesor, realicen en parejas la siguiente actividad.

- Completen el cuadro con la información de la tabla periódica de la página anterior.
- Comparen y analicen los resultados obtenidos por los otros equipos.

Nombre	Símbolo	Masa atómica	Número atómico	Número de protones
Boro				
	P			
		32		
			20	
				39

Contesten en su cuaderno:

- ¿Por qué el helio y los otros gases nobles se reúnen en una familia?
- ¿Ocurre lo mismo para las otras familias de la tabla periódica?
- ¿Qué distingue a los lantánidos?

### Periodos y familias

La tabla periódica está dividida de muchas maneras; la más amplia de sus divisiones es aquella que se refiere a las propiedades generales de los elementos, para lo que se divide en metales, metaloides, no metales y gases nobles.

Estos grupos presentan características fáciles de identificar: los metales tienen brillo, son maleables y dúctiles. Los no metales son opacos, quebradizos y no transmiten la corriente eléctrica. Los metaloides tienen propiedades intermedias entre estos dos grupos. Los gases nobles no reaccionan con casi nada conocido.

A las filas y columnas que tiene la tabla periódica también se les llama periodos y familias, respectivamente. Un **periodo** o fila contiene los elementos agrupados según el aumento del número atómico, de unidad en unidad, como H y He o Li, Be, B, C, N, O, F y Ne, y recibe el nombre de periodo uno, dos, tres, etcétera.

Las **familias**, grupos o columnas reciben varios nombres: grupo IA, IIA hasta el VIIIA; IB, IIB, IIIB hasta VIIIB. Pero la IUPAC recomienda que los nombremos numerándolos de izquierda a derecha, del 1 al 18.

Cada familia contiene elementos que comparten propiedades. La primera es la de los **metales alcalinos**. Los metales están en casi todas partes. Constituyen muchos de los objetos que usamos todos los días, como los automóviles, herramientas, joyas, computadoras, etcétera. Son muy resistentes y durables, por ello son muy utilizados en la construcción.

© Nueva México

Los metales brillan, conducen el calor y la electricidad y por lo general se doblan sin romperse. Reaccionan violentamente con los no metales y el agua (salvo el hidrógeno, que es un gas). Además forman cationes con carga 1+. Los metales alcalinos son el litio, sodio, potasio, rubidio, cesio y francio.

La siguiente familia es la de los **alcalinotérreos**, menos reactivos y mucho más duros que los alcalinos; forman cationes con carga 2+ y no se encuentran de manera pura en la Naturaleza, sino como compuestos. Se denominan así porque se llamaba "tierras" a los ácidos que forman y que tienen propiedades alcalinas. Se trata de seis elementos: berilio, magnesio, calcio, estroncio, bario y radio.

Desde la familia 3 hasta la 12 se encuentran los **metales de transición**, que son sólidos muy duros, como el titanio o el hierro, y son excelentes conductores de la electricidad y el calor. Como en todo existen sus excepciones, el mercurio se encuentra en los metales de transición, sin embargo es un metal líquido.

Las familias 13 a 16 incluyen principalmente a los **no metales**, como el carbono, azufre, oxígeno y fósforo, que son la base de la estructura de los seres vivos; pero también incluyen elementos metálicos, como el aluminio, y metaloides como el silicio, arsénico y germanio. Aunque la mayoría de los elementos de la tabla periódica son metales, en la Naturaleza abundan los no metales.

La mayoría de los no metales no conducen la electricidad, y escasamente conducen el calor. Pueden ser duros o suaves, pero por lo general son quebradizos y carecen de brillo. Sus puntos de fusión son más bajos que los de los metales.

Existe otro grupo integrado por los **metaloides**, que tienen propiedades físicas y químicas de los metales y otras de los no metales. El metaloide más conocido es el silicio (Si).

La familia 17 la forman los llamados **halógenos** (palabra que en griego significa "formadores de sales"). Esta familia cuenta con elementos sólidos (yodo, astato), líquidos (bromo) y gaseosos (flúor, cloro) a temperatura ambiente. Son sumamente reactivos, sobre todo cuando entran en contacto con los elementos de las familias 1 y 2; tienden a formar aniones con carga -1.

La familia 18 está compuesta por los **gases nobles**. Estos son elementos en estado gaseoso, incoloros, inodoros, que tienen la particularidad de ser muy estables; dicho de otra manera, no reaccionan con casi ningún elemento o compuesto conocido. En total son seis gases nobles: helio, neón, argón, kriptón, xenón y radón.

En la tabla periódica hay dos series de elementos con números atómicos del 58 al 71, y del 90 al 103, que se ubican debajo de la estructura principal de la tabla.

© Nueva México

## Ciencia a la mano



Muchos de los elementos de la tabla periódica son radiactivos.

Marie y Pierre Curie descubrieron algunos de los primeros elementos radiactivos, el radio, el polonio y el torio. Además, Marie utilizó las propiedades de estos elementos con propósitos médicos.

Gracias a estos grandes adelantos, ella obtuvo dos veces el Premio Nobel en dos áreas diferentes, la química y la física.

## Conexión



Para saber más sobre el tema, en la videoteca escolar puedes encontrar:

*El mundo de la química. Volumen 4. Tabla periódica. VideoSEP.*



Figura 2.46. De arriba hacia abajo, y de izquierda a derecha, carbono, azufre, sodio, cloro, neón, titanio, silicio y calcio.

Estos elementos están separados porque si se colocaran en su posición correcta, la tabla debería ser bastante más larga. Los **lantánidos** y los **actínidos** se encuentran aquí. Muchos de ellos no se conocían en la época de Mendeleiev, pero él ya sospechaba de su existencia.

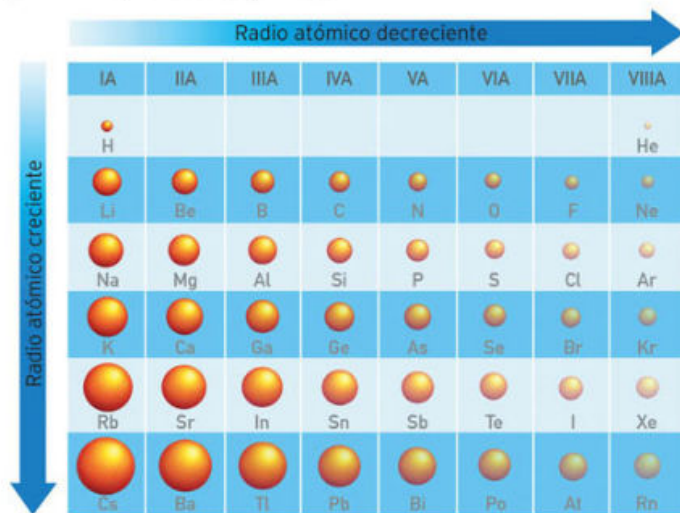
Los lantánidos constan de catorce elementos, que van desde el 58 (cerio, Ce) hasta el 71 (lutecio, Lu). Todos los lantánidos tienen propiedades semejantes. Debido a que su abundancia en el planeta es menor al 0.01%, también son conocidos como "tierras raras".

Por otro lado los actínidos van del 90 (torio, Th) hasta el 103 (laurencio, Lr). Todos son radiactivos y ninguno, a partir del uranio, se encuentra de forma natural.

La figura 2.46 muestra imágenes relativas a estos elementos. ¿Cuáles son metales y cuáles no metales? ¿Por qué?

### Otras propiedades periódicas

Otra propiedad periódica es el **radio atómico**, que se define como la mitad de la distancia que existe entre los dos núcleos de átomos adyacentes. Los átomos de mayor radio atómico se encuentran en la parte inferior izquierda de la tabla, mientras que los de menor tamaño están en la parte superior derecha, por lo que el átomo más pequeño será el helio, y el de mayor tamaño, el cesio (fig. 2.47).



Comportamiento del radio atómico dentro de la tabla periódica.

La **electronegatividad** es otra propiedad de gran importancia al momento de justificar por qué algunas moléculas existen. Fue propuesta por primera vez por un químico muy reconocido, **Linus Pauling** (1901-1994), quien la definió como la capacidad de un átomo para atraer electrones hacia él.

La electronegatividad es un valor comparativo, es decir, uno no puede decir si un átomo es más o menos electronegativo, sino que se tiene que comparar con otro. Para medir esta propiedad se utiliza la escala de Pauling,

© Nueva México

donde el elemento más electronegativo tiene un valor de 4 y el menos electronegativo un valor de 0.7, siendo el flúor y el cesio el más y el menos electronegativo, respectivamente.

Al igual que el radio atómico, la electronegatividad presenta cierta tendencia periódica en el ordenamiento de los elementos. La electronegatividad de los elementos más representativos aumenta de izquierda a derecha a lo largo de los periodos y de abajo hacia arriba dentro de cada grupo.

Para los elementos de transición esta tendencia no es tan uniforme. En general los valores son menores para los elementos de la zona inferior izquierda de la tabla periódica, en comparación con los de la zona superior derecha. Esta tendencia la recordaremos más adelante cuando tratemos el tema de modelos de enlace en las moléculas. Por el momento solo nos quedaremos con el concepto y los valores conocidos (fig. 2.48).

Valores de electronegatividad según Pauling

1	H 2.1																	He
2	Li 1.0	Be 1.5											B 2.0	C 2.5	N 3.0	O 3.5	F 4.0	Ne
3	Na 0.9	Mg 1.2											Al 1.5	Si 1.8	P 2.1	S 2.5	Cl 3.0	Ar
4	K 0.8	Ca 1.0	Sc 1.3	Ti 1.5	V 1.6	Cr 1.6	Mn 1.5	Fe 1.8	Co 1.9	Ni 1.8	Cu 1.9	Zn 1.6	Ga 1.6	Ge 1.8	As 2.0	Se 2.4	Br 2.8	Kr
5	Rb 0.8	Sr 1.0	Y 1.2	Zr 1.4	Nb 1.6	Mo 1.8	Tc 1.9	Ru 2.2	Rh 2.2	Pd 2.2	Ag 1.9	Cd 1.7	In 1.7	Sn 1.8	Sb 1.9	Te 2.1	I 2.5	Xe
6	Cs 0.7	Ba 0.9	Lantánidos	Hf 1.3	Ta 1.5	W 1.7	Re 1.9	Os 2.2	Ir 2.2	Pt 2.2	Au 2.4	Hg 1.9	Tl 1.8	Pb 1.9	Bi 1.9	Po 2.0	At 2.2	Rn
7	Fr 0.7	Ra 0.9	Actínidos	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	Nh	Fl	Mc	Lv	Ts	Og

Figura 2.48. Diagrama que muestra la tendencia de la electronegatividad en la tabla periódica: a medida que el color se torna más rojo, aumentan los valores; si tiende al amarillo, disminuyen los valores.

### Actividad

**Propósito:** Identificar la información que nos da la tabla periódica.

**Desarrollo:**

- Ordena los elementos F, As, S, O, Na, Cs, Pu, Br, Co, V, Os, B, Sb, H, Kr, I, Ne, Mg y Li según las propiedades y clasificaciones que se enlistan:
  - Radio atómico
  - Familia
  - Grupo
- Forma equipo con tus compañeros e investiguen el valor de electronegatividad para los elementos anteriores. Ordénenlos a partir de estos valores y determinen si es una propiedad periódica.

**Resultados y conclusiones:**

- Expongan sus resultados al resto del grupo y comparen el orden en el que pusieron los elementos de acuerdo con sus propiedades y clasificaciones anteriores.
- Con la guía del profesor, comparen sus respuestas con las del resto del grupo.

© Nueva México

Marca con una ✓ el nivel de logro que alcanzaste

#### Aprendizaje esperado

Identifico la información de la tabla periódica, analizo sus regularidades y su importancia en la organización de los elementos químicos.

- Nivel de logro
- C** Me cuesta identificar la información de la tabla periódica, sus regularidades y su importancia.
  - B** Identifico la información de la tabla periódica y analizo sus regularidades, pero no su importancia.
  - A** Sí identifico la información de la tabla periódica, sus regularidades y su importancia.

Con tu maestro resuelve los casos en que tus logros no sean los mejores.

Cierre

## 5.2 Carácter metálico, valencia, número y masa atómica

En una visita al Museo de Antropología de la Ciudad de México, Alicia observó las reproducciones de las joyas y los objetos de la ofrenda hallada en la tumba del rey maya Pakal, encontrada en Palenque, Chiapas. Con asombro leyó que esos objetos fueron manufacturados 1300 años atrás según datación obtenida a partir del carbono-14, según otras técnicas físico-químicas y de acuerdo con los glifos e inscripciones tanto del sarcófago como de los muros de la ciudad.



La maestra de Alicia les explicó que el carbono-14 se encuentra en menor proporción que el carbono-12 consignado en la tabla periódica, pues tiene algunos protones de más y eso lo hace ser radiactivo (fig. 2.49).

Reflexiona:

- ¿Por qué a ese carbono se le llama carbono-14?
- ¿Qué propiedad está relacionada con el número de protones?
- ¿El carbono-14 tendrá propiedades totalmente diferentes a las del carbono de la tabla periódica? ¿Cuáles?

**Figura 2.49.** La datación por radiocarbono es una técnica que utiliza el carbono-14 para determinar la edad de los materiales que contienen carbono. Máscara maya.

### Carbono-14, una visión hacia el pasado

A medida que los estudios y la investigación sobre la naturaleza de los elementos químicos y sus características avanza, la tecnología también sufre transformaciones. Hacia 1940, **Martín Kamen** (1913-2002) y su colega **Sam Ruben** (1913-1943) descubrieron una especie química que varios años después, en 1952, se utilizaría para determinar la edad de los objetos, animales y personas que existieron hace miles de años.

El carbono-14 posee características similares a las del carbono-12. A pesar de ello, el carbono-14 y el carbono-12 no son iguales: tienen una pequeña diferencia que se relaciona con la masa atómica.

El carbono-14 se genera en la atmósfera: cuando los rayos cósmicos bombardean a los átomos de nitrógeno se forma el carbono-14. Durante la fotosíntesis, las plantas fijan el elemento carbono, pero también el carbono-14, que es un **isótopo**. Cuando mueren estas plantas, el carbono-14, muy inestable, comienza a degradarse y se convierte otra vez en nitrógeno. Un proceso similar ocurre con los animales, pero solo con aquellos que son consumidores primarios, es decir, comedores de plantas.

Si se mide la cantidad de carbono-14 presente en fósiles o huesos no mayores a 45 000 años de antigüedad, puede conocerse la edad de estos restos.

### ¿Metal o no metal?

A medida que conocemos las características y propiedades de los elementos químicos, las cuales nos permiten agruparlos y clasificarlos, podemos vislumbrar una característica peculiar. No importa qué tan grande o pequeño sea el número atómico o qué tan variado sea el radio atómico,

© Nueva México

todos los elementos químicos de la tabla periódica tienen algo en común: el **carácter metálico**.

Por mucho o nada de metálico que tenga un elemento, este siempre puede ubicarse en una escala en la que se evalúen sus propiedades metálicas. Algunas de estas propiedades son el brillo, la conductividad térmica y eléctrica, así como la ductilidad y maleabilidad.

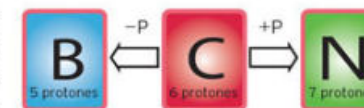
El carácter metálico se refiere a qué tan marcadas son las propiedades metálicas o no metálicas de un elemento o grupo de elementos respecto a otros. El carácter metálico aumenta en los periodos hacia la izquierda y en los grupos hacia abajo.

### Conociendo las entrañas del átomo

Además de las propiedades que siguen ciertas tendencias a lo largo de los grupos y periodos en la tabla periódica, existen otro tipo de propiedades, que de igual manera se pueden asociar con una periodicidad y son de vital importancia en el análisis de la naturaleza química de los elementos químicos y sus compuestos.

La identidad de cada átomo está directamente ligada al número de protones que posee. Un átomo puede perder o ganar electrones o neutrones y seguir siendo el átomo que era antes de estas variaciones; por lo contrario, en el momento que un átomo gana o pierde protones en el núcleo atómico, su naturaleza química cambia totalmente, y se transforma en otro elemento.

Por ejemplo, si al átomo de carbono (que tiene número atómico 6) le removemos un protón, se transformará en un elemento cuyo número atómico ahora es 5; si escalamos en la tabla periódica podremos darnos cuenta de que esta nueva especie generada ahora es un átomo de boro. Si, por lo contrario, aumentamos un protón, llegaremos a la conclusión de que la nueva especie es nitrógeno (fig. 2.50).



**Figura 2.50.** Cualquier elemento puede ser transformado en otro si aumentamos o quitamos protones de su núcleo.

### Número atómico

El número atómico relaciona la cantidad de protones que existen en el núcleo y determina la identidad de cada elemento químico. Si analizamos bien lo que representa un protón en un átomo, no solo lo relacionaremos con el número atómico, sino también con la masa atómica, así que cualquier átomo de cualquier elemento que modifique el número de protones en su núcleo también modificará su número y masa atómica.

Si analizamos la tabla periódica del subtema anterior, tenemos que el número que aparece en la parte superior izquierda de esta tabla es el número atómico, y es lo mismo que el número de protones que posee el átomo de dicho elemento. Si pasamos de izquierda a derecha en el primer periodo dentro de la tabla periódica, empezaremos por el átomo de hidrógeno, que tiene un protón y por tanto un número atómico igual a 1; le sigue el helio con dos protones y número atómico igual a 2, hasta números mayores de cien para los elementos más nuevos.

© Nueva México

### Glosario



**isótopo.** Variedad de un elemento químico que tiene un número de neutrones o masa atómica diferente de dicho elemento.

De esta manera, al seguir avanzando fila por fila de arriba abajo, el número atómico aumentará en una unidad, y por tanto, también el número de protones que contienen los átomos.

Los átomos no tienen carga eléctrica, por tanto un átomo debe tener el mismo número de electrones que de protones en su núcleo, de modo que el número atómico de un elemento también indica el número de electrones en un átomo neutro del elemento.

Ahora bien, los isótopos de un elemento tienen diferente número de masa, pero igual número atómico.

¿Recuerdas el carbono-14 y carbono-12? Tienen una masa diferente, sin embargo los dos tienen seis protones y seis electrones, lo que los diferencia es el número de neutrones. Veamos esto más detalladamente en el cuadro 2.1.

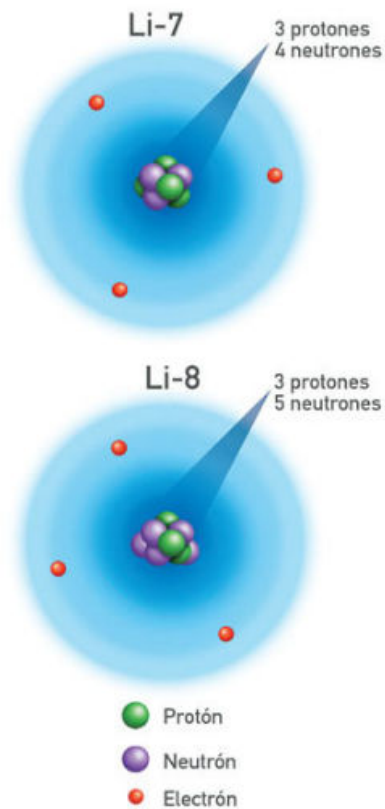


Figura 2.51. Los isótopos del litio.

Especie química	Nombre	Número atómico	Número de protones	Número de neutrones	Número de masa
Carbono-12	Elemento	6	6	6	12
Carbono-14	Isótopo	6	6	8	14

Los isótopos se identifican indicando el número de masa después del nombre o del símbolo del elemento. Los dos isótopos del litio son Li-7 y Li-8. El isótopo de arriba contiene tres protones, cuatro neutrones y tres electrones, y constituye 92.6% del litio; el 7.4% restante del litio (isótopo de abajo) consiste en átomos con tres protones, cinco neutrones y tres electrones (fig. 2.51).

#### La masa de un átomo

La masa de un electrón tiene aproximadamente 1 836 veces menos masa que los protones y los neutrones, así que casi toda la masa de un átomo está dada en el núcleo, por lo que podemos decir que la masa de los electrones es casi insignificante.

Así como en nuestro mundo cotidiano la masa de los objetos se mide en gramos, kilogramos, toneladas, etc., en el mundo atómico se utiliza la unidad de masa atómica (uma). Una unidad de masa atómica es aproximadamente igual a la masa de un protón, y por tanto, a la masa de un neutrón.

En la tabla periódica de la página 113 puedes identificar el valor de la masa atómica como el número que tiene decimales. Ahora bien, veamos cómo es que de la unidad de masa atómica pasamos a unidades de masa, como el gramo, porque al final, cuando los artesanos que trabajan la plata se surten

en un taller, no compran 1 000 átomos de plata, compran 1 000 gramos de plata, es decir, un kilogramo de este elemento.

Para medir las masas atómicas se escoge un átomo estándar y se compara con los otros elementos. Los científicos utilizan el carbono-12 como estándar para la escala de masa atómica.

Se define que un átomo de carbono-12 tiene 12 unidades de masa atómica. A su vez, una unidad de masa atómica se define como la doceava parte de la masa del núcleo. Así:

$$\begin{aligned} \text{el electrón} &= 9.10953 \times 10^{-28} \text{ g} = 0.000549 \text{ uma} \\ \text{el protón} &= 1.67265 \times 10^{-24} \text{ g} = 1.0073 \text{ uma} \\ \text{el neutrón} &= 1.67495 \times 10^{-24} \text{ g} = 1.0087 \text{ uma} \end{aligned}$$

De lo anterior deducimos que el valor del electrón es extremadamente pequeño. Para no batallar con este tipo de cifras se utiliza un valor determinado por **Amadeo Avogadro** (1776-1856), el cual relaciona la cantidad de partículas con la masa.

Amadeo Avogadro determinó que para cualquier sustancia química en estado gaseoso, el número de partículas, átomos, moléculas, etc. es igual a  $6.022 \times 10^{23}$ . A este número se le conoce como el **número de Avogadro**.

Por lo anterior, si pudiéramos tomar exactamente 12 gramos de carbono y contar los átomos en esa cantidad, tendríamos igual cantidad de átomos que el número de Avogadro.

Los científicos usan un instrumento llamado espectrómetro de masas para determinar la cantidad y la masa de los isótopos de un elemento, así como la abundancia de cada uno de ellos. Actualmente se han determinado la masa y abundancia de los isótopos de todos los elementos. Estos datos se han usado para calcular las masas atómicas promedio de la mayoría de los elementos. Observa el cuadro 2.2. Muchos de los elementos tienen una masa en unidades de masa atómica parecida al número total de protones y de neutrones en sus núcleos. Sin embargo, hay uno que no lo tiene, ¿por qué?

Elemento	Número atómico	Masa atómica (uma)
Actinio	89	227.0278
Azufre	16	32.066
Boro	5	10.811
Cloro	17	35.459
Cobre	29	63.546
Neón	10	20.179
Zinc	30	65.39



Figura 2.52. El gas cloro se empleó en la Primera Guerra Mundial como arma química.

Por ejemplo, el cloro-35 constituye 75.8% del cloro y el cloro-37, 24.2%. Imaginemos que tenemos 1 000 átomos de cloro. Para determinar la masa total hay que multiplicar el número de átomos por la masa de cada átomo (cuadro 2.3).

Isótopo	Masa de cada átomo	Número de átomos	Masa total
Cl- 35	34.969 u	758	26 506 uma
Cl- 37	36.966 u	242	8 953 uma
Total			35 459 uma
Promedio			35.459 uma

La masa promedio de cada átomo de cloro es de 35.5 u. Observa el valor en los cuadros (fig. 2.52).

### Valencia y electrones de valencia encargados de la reactividad

Así como en un grupo de figuras geométricas determinamos la cantidad de lados de cada una de ellas, dependiendo de cuántas aristas tengan, para los átomos de cada elemento existe un parámetro que en la mayor parte de los casos es válido, y tiene una importancia vital, sobre todo al momento de decidir de qué manera los átomos se enlazan entre sí para formar compuestos químicos.

Este parámetro se conoce como unidad de **valencia**, y es una medida de la cantidad de enlaces químicos formados por los átomos de un elemento químico determinado.

Dentro de la estructura de un átomo, además del núcleo con protones y neutrones, también encontramos electrones, los cuales están cargados negativamente y son, al igual que los protones, los encargados de mantener la estabilidad del átomo.

A medida que un átomo aumenta su número de electrones, estos tienden a alejarse unos de otros por las repulsiones que se dan entre cargas iguales. Recordemos que los electrones se acomodan en capas o niveles de energía, los cuales solo pueden albergar cierta cantidad de electrones por cada capa o nivel.

Entre más alejados del núcleo se encuentren los electrones, menor será la atracción que pueda existir entre estos y los protones de dicho núcleo, por tanto, estarán más disponibles o libres de poder ser transferidos o donados a otros átomos que puedan atraerlos con mayor fuerza. Esta es, en principio, la idea fundamental de cómo un átomo puede unirse a otro.

Los electrones de valencia son aquellos que se encuentran en la parte más externa de los átomos y son los responsables de la reactividad química y, por tanto, de las proporciones en las que se mezclan los elementos para formar compuestos.



Figura 2.53. En 1968 Keisch utilizó un isótopo del uranio para identificar obras de arte falsas del pintor flamenco Vermeer (1632-1675). Mujer y dos hombres.

Resulta que los electrones de valencia también se encuentran relacionados con la periodicidad, veamos el cuadro 2.4.

Grupo	1 o IA	2 o IIA	13 o IIIA	14 o IVA	15 o VA	16 o VIA	17 o VIIA	18 o VIIIA
Electrones de valencia	1	2	3	4	5	6	7	8

De esta manera podemos decir que la valencia de un átomo de litio, el cual se encuentra en la familia IA, es igual a 1, o que dicho átomo tiene el potencial de unirse a otro átomo únicamente mediante un enlace, en el cual habrá de participar su único electrón de valencia.

En esta clasificación no aparecen los metales de transición, ya que sus propiedades periódicas son más complicadas que las de estas familias y no siguen este comportamiento lineal.

### Actividad

**Propósito:** Identificar que los átomos de los diferentes elementos se caracterizan por el número de protones que los forman.

#### Desarrollo:

- Forma equipo con tus compañeros y resuelvan los siguientes problemas:
- El isótopo del uranio 238 contiene 92 protones y 146 neutrones. ¿Cuál es su número atómico? ¿Cuántos electrones tiene? ¿Cuál es su número de masa? (fig. 2.53).
- Hoy en día es posible transformar el plomo en oro, un sueño que los alquimistas tuvieron hace muchos años. Investiga cuál es la técnica que se utilizaría actualmente para realizar esta transmutación.
- De acuerdo al ejemplo anterior, si tuvieras la posibilidad de poner y quitar protones a un elemento, ¿qué sería necesario hacer para transformar el plomo en oro? ¿Cuál es la razón por la que esta transformación no se practica para obtener grandes cantidades de oro?
- ¿En qué difieren los isótopos de un elemento?
- Un átomo tiene 20 protones y un número de masa de 44. Otro átomo tiene 20 protones y un número de masa de 40. ¿Cuál es la identidad de cada uno de estos átomos? ¿Cómo explicas la diferencia entre los números de masa?
- Ubica en la tabla periódica los elementos identificados en los ejercicios anteriores, de acuerdo con su número atómico.
- Imagina que haces un experimento en el que analizas la composición del cloruro de aluminio. Encuentras que tiene 20.2% de Al y 79.8% de Cl en masa. Si fueras a analizar una muestra del compuesto de una fuente diferente, ¿cómo sería su composición? ¿Igual o diferente? ¿Por qué?

#### Resultados y conclusiones:

- Para terminar, expongan sus resultados al resto del grupo.
- Con la guía de su profesor comparen sus respuestas con las del resto del grupo.

Cierre

Marca con una ✓ el nivel de logro que alcanzaste

#### Aprendizaje esperado

Identifico que los átomos de los diferentes elementos se caracterizan por el número de protones que los forman.

**C** No puedo identificar que los átomos se caracterizan por el número de protones.

**B** Me cuesta identificar que los átomos se caracterizan por el número de protones.

**A** Sí identifico que los átomos de los diferentes elementos se caracterizan por su número de protones.

Con tu maestro resuelve los casos en que tus logros no sean los mejores.

### 5.3 Importancia de los elementos químicos para los seres vivos

Los análisis de laboratorio que piden los médicos a las personas implican análisis de muchos elementos de la tabla periódica. Entre los análisis se encuentran química sanguínea de 6 elementos, glucosa en sangre y niveles de colesterol, entre otros. Estas pruebas también abarcan diversos electrolitos en el cuerpo, como son el sodio, el potasio, el cloro y muchos otros.

Estos análisis suministran información del metabolismo de cada persona. Por ejemplo, si los niveles de carbohidratos de una persona son altos, tal vez esté sufriendo diabetes. Con ellos, también el médico puede determinar la función de sus riñones e hígado y determinar un tratamiento y un cambio de dieta (fig. 2.54). Reflexiona:

- ¿Qué elementos químicos componen a todos los organismos?
- Cuando morimos nuestro cuerpo se descompone, ¿cómo es este proceso: orgánico o inorgánico? ¿Por qué?
- ¿Por qué es importante tener una dieta balanceada?



Figura 2.54. Existen exámenes de química sanguínea que miden 35 elementos en el cuerpo.

¿Cómo surgió la vida? ¿Qué elementos químicos componen a todos los organismos? Hasta hace poco se pudo dar respuesta a muchas de estas incógnitas, y fueron necesarios más de dos siglos de esfuerzos compartidos entre biólogos, químicos y físicos para responderlas.

Hoy sabemos que la vida está formada de materia y que una persona adulta está constituida aproximadamente por 18 kg de carbono, 50 kg de agua, un pequeño porcentaje de nitrógeno, el fósforo equivalente a 20 cajas de cerillos, un poco de hierro y de 20 elementos más presentes en cantidades diminutas.

Pero la vida es algo más que un cúmulo de elementos; la diferencia estriba en la organización de sus compuestos químicos constituyentes, y en las muy complejas reacciones químicas que se llevan a cabo para formar y mantener la complejísima y sutil maquinaria humana.

En un organismo encontramos una variedad de compuestos que interactúan continuamente para formar estructuras celulares; otros se especializan en guardar la información necesaria para controlar los mecanismos celulares y transmitir las características genéticas de la especie a las nuevas generaciones. El propósito de otros compuestos es producir reacciones químicas específicas para crear moléculas esenciales. También existen compuestos que transmiten mensajes químicos de un punto a otro del organismo, y los hay que generan energía.

Para que nuestro organismo cuente con todas estas moléculas, es necesario alimentarnos balanceadamente. Los alimentos nos brindan los compuestos necesarios para llevar a cabo todas las funciones biológicas o nos proporcionan las materias primas con que el propio organismo generará nuevos compuestos.

© Nueva México

El esfuerzo de los investigadores a lo largo del tiempo ha dado como resultado la identificación de grupos de compuestos químicos que comparten estructura, reactividad y algunas funciones dentro del organismo. A continuación, veamos algunos de los grupos más importantes y representativos de la familia de compuestos llamados biomoléculas, esenciales para la vida.

#### Carbohidratos

También se les conoce como azúcares, son las biomoléculas más abundantes en la Naturaleza y desempeñan un papel central en la generación de energía dentro de los seres vivos. Recuerda que la energía es fundamental para el **metabolismo**, que es el conjunto de funciones que son la base de la vida.

Por ejemplo, mediante reacciones químicas muy complejas las plantas convierten toneladas de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) y agua ( $\text{H}_2\text{O}$ ) en azúcares como la glucosa. Los tubérculos como las papas generan otros tipos de azúcares, como el almidón. Este azúcar se utiliza como energético y se puede observar directamente si pones a remojar un poco de arroz en agua: se trata de una sustancia blanquecina que enturbia el líquido. Este azúcar también puede ser utilizado para dar un terminado firme a la ropa.

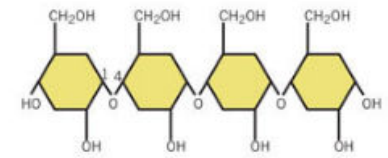


Figura 2.55. Estructura química del almidón. Es un azúcar que se encuentra en grandes proporciones en la papa.

Las moléculas del almidón y la celulosa (abundante en los vegetales, pues una de sus funciones es dar soporte a los mismos) están formadas por tres tipos de átomos: el carbono, el oxígeno y el hidrógeno. Estos átomos se unen para formar una molécula llamada glucosa, que se puede unir con otras unidades de la misma molécula para formar moléculas más complejas, como la celulosa o el almidón (fig. 2.55).

Es muy importante incluir en la dieta carbohidratos, pues son nuestra principal fuente de energía, esencial para todas las funciones, caminar, correr, pensar, respirar, mantener la temperatura corporal... Los alimentos con una gran cantidad de azúcares son los de origen vegetal, como las pastas, el pan, la avena, las frutas, etcétera.

Aun cuando la mayoría de los carbohidratos o azúcares están formados por carbono, oxígeno e hidrógeno, algunos también contienen átomos de elementos como el fósforo, el nitrógeno o el azufre. Sus funciones dentro de los organismos son muy variadas y no solo incluyen las estructurales y energéticas; algunos azúcares mantienen unidos nuestros tejidos, lubrican nuestras articulaciones, y pueden unirse con otras moléculas como las proteínas, ampliando las funciones en las que participan.

#### Lípidos

También reciben el nombre de grasas. Se encuentran formados por átomos de carbono, oxígeno e hidrógeno y en su estructura tienen un grupo de átomos llamado ácido carboxílico ( $\text{COOH}$ ), por lo cual se les conoce como ácidos grasos, caracterizados por ser insolubles en agua (fig. 2.56).

© Nueva México

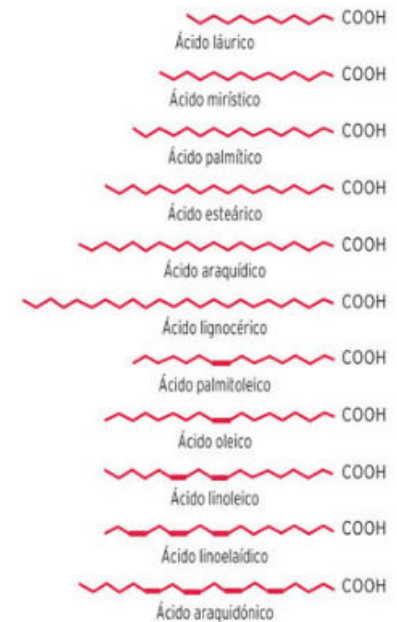


Figura 2.56. Estructura de algunos ácidos grasos.



**Figura 2.57.** Debido a que los lípidos son muy buenos aislantes del calor, los animales que habitan en los polos acumulan lípidos (grasa) para protegerse de las bajas temperaturas.

Cuando consumimos una gran cantidad de carbohidratos, nuestro cuerpo los transforma en grasas que son almacenadas como una reserva de energía. Las personas con sobrepeso, por ejemplo, acumulan grandes cantidades de estas moléculas en el área abdominal. En muchas especies de animales, como los osos, las focas y las ballenas, que necesitan reservas de energía para subsistir en el medio donde viven, las grasas funcionan como barrera térmica (fig. 2.57).

Aun cuando en los humanos esta acumulación parecería innecesaria, debemos recordar que nuestra especie lleva siglos evolucionando, y que en los inicios de la misma las fuentes ricas en grasas y azúcares eran escasas, por lo que si se tenía al alcance algún alimento rico en carbohidratos, el instinto nos llevaba a comer la mayor cantidad posible para luego almacenar esta energía en forma de grasa y utilizarla en tiempos de escasez.

En la actualidad tenemos una gran cantidad de alimentos con alto contenido en grasas y carbohidratos, por lo que si no moderamos su consumo, acumularemos estos nutrientes y desarrollaremos sobrepeso, que a la larga está directamente relacionado con padecimientos como la diabetes y enfermedades cardíacas.

Pero no todo es negativo con los lípidos: estas biomoléculas son esenciales para el buen funcionamiento de nuestros cerebros, por ejemplo, el ácido araquidónico (ARA) y el ácido docosahexaenoico (DHA), ambos lípidos, son moléculas fundamentales en el desarrollo neuronal de fetos e infantes. Hoy estas sustancias se agregan a las fórmulas lácteas comerciales, con el propósito de garantizar que no existan deficiencias en el desarrollo cerebral de los niños (fig. 2.58).



Algunos lípidos también contienen átomos de fósforo; cuando esto ocurre tenemos como resultado moléculas llamadas fosfolípidos. Debido a que estas moléculas tienen propiedades opuestas (una parte es afín al agua y la otra no) se forman estructuras llamadas micelas, que es la razón por la que los jabones limpian (se unen a la grasa, y son solubles en agua). Pero también constituyen las membranas celulares de todas nuestras células.



**Figura 2.58.** Algunos peces como el bacalao o el salmón son ricos en DHA, de donde se extrae para agregarlo a la leche infantil.

### Actividad

Los lípidos son uno de los principales componentes de los jabones. Desde hace 2000 años se tomaba la grasa de algunos animales o el aceite de plantas como el olivo y se combinaba con las cenizas producidas en la combustión de la madera. Esta reacción recibe el nombre de saponificación, y tiene como producto el jabón que utilizamos para lavarnos las manos.

Ahora, con la supervisión del profesor, por equipos fabriquen su propio jabón.

#### Materiales:

- Recipiente de plástico
- Cubrebocas
- Pala para revolver
- Lentes de protección
- Guantes de plástico

© NuevaMéxico

#### Sustancias:

- 500 g de sosa cáustica
- 3 litros de aceite de cocina usado
- 3 litros de agua

#### Procedimiento:

1. Utilizar los guantes de plástico, el cubrebocas y lentes de protección en todo momento.
2. Poner los 500 g de sosa cáustica en el recipiente de plástico. Tengan mucho cuidado con el manejo de este producto; no lo derramen ni toquen con las manos.
3. Agregar el agua lentamente y mezclar hasta que toda la sosa esté totalmente disuelta.
4. Agregar el aceite paulatinamente sin parar de mezclar en una sola dirección.
5. Seguir mezclando durante 1 hora. Para entonces la mezcla espesará.
6. Dejar reposar la mezcla durante 48 horas.
7. Después de este tiempo la mezcla se solidificará y será fácil sacarla del recipiente.
8. Cortar en pedazos del tamaño de un jabón habitual y dejar reposar durante dos semanas.

#### Resultados y conclusiones:

Pueden utilizar este jabón para lavarse las manos y evitar infecciones gastrointestinales. Comparen el producto obtenido con el de los otros equipos.

### Proteínas

Las proteínas son las biomoléculas más abundantes en los organismos vivos. Las podemos encontrar en casi cualquier parte del cuerpo, formando los músculos, el cabello, gran parte de los ojos, en las membranas celulares, en el veneno de las serpientes, en las telarañas y en las enzimas, que son una clase de proteína especializada en llevar a cabo reacciones químicas necesarias para el organismo.

Pero lo más increíble de las proteínas es que aun cuando sus funciones son inmensamente diversas, solo están constituidas por veinte tipos de moléculas diferentes, llamadas **aminoácidos**, las cuales se unen de diversas maneras dando lugar a proteínas muy pequeñas y a otras gigantescas. Veamos cómo se unen los aminoácidos para dar lugar a las proteínas.

En la figura 2.59 puedes ver que al igual que los carbohidratos y los lípidos, los aminoácidos también están formados por átomos de carbono, hidrógeno y oxígeno, pero al estar conectados de distinta manera se generan propiedades muy diferentes. La letra R representa la posibilidad de intercambiar en esta posición distintos grupos de átomos que dan lugar a veinte aminoácidos distintos. Algunos aminoácidos contienen en esta posición grupos con azufre, oxígeno, nitrógeno, o simplemente carbono e hidrógeno, y al igual que los átomos, al enlazarse de distintas maneras producen proteínas con propiedades distintas.

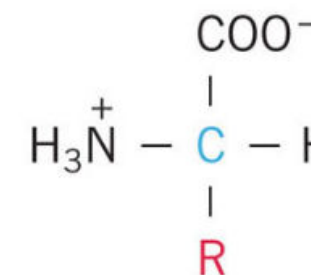
Si unimos los veinte aminoácidos de diferentes maneras podremos obtener proteínas tan diferentes como las que forman tu cabello o las que componen tus músculos.

© NuevaMéxico

**Conexión**

Para saber más sobre este contenido, consulta:

López Munquía-Canales, Agustín. *Las proteínas*. SEP: Libros del escarabajo. Libros del Rincón. 2005.



**Figura 2.59.** Estructura general de los aminoácidos.



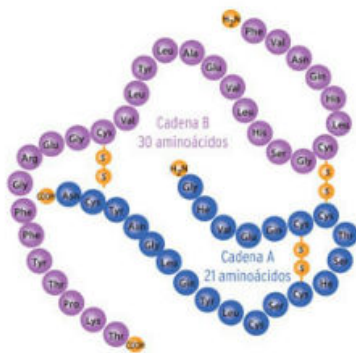


Figura 2.60. Representación de una cadena de aminoácidos.

### Ciencia a la mano

En 1962, James Watson y Francis Crick recibieron el Premio Nobel de Medicina por proponer la estructura y mecanismo de replicación del ADN, inspirados, entre otras cosas, por los trabajos de Rosalind Franklin, quien en 1951 había obtenido una imagen del ADN por difracción de rayos X, que ya sugería la estructura helicoidal de la molécula.

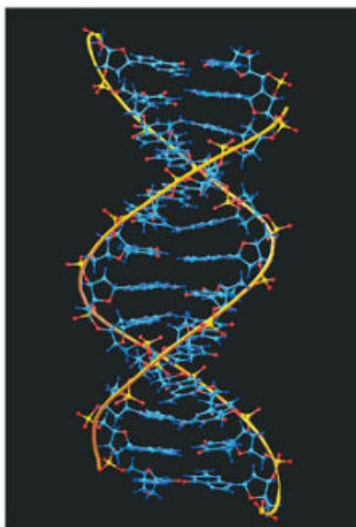


Figura 2.61. En su molécula el ADN guarda la información genética.

El número de estas combinaciones es infinito, ya que depende del número de aminoácidos y de cuántos de la misma clase se repitan. Las proteínas son cadenas de aminoácidos tan largas, que se representan como listones de colores o cadenas dobladas, enrolladas, giradas e interactuando con otras cadenas.

### Actividad

Con la orientación de su profesor, de manera individual realicen la actividad propuesta.

En la figura 2.60 se muestra una representación con esferas de colores de una cadena de aminoácidos. Cada esfera de distinto color es un aminoácido diferente.

- Si tienen solo cinco aminoácidos, ¿cuántas cadenas diferentes podrían formar?
- Dibújenlas utilizando cinco esferas de distintos colores para representar las combinaciones. Que el profesor valide los resultados.

### Nucleótidos

¿Te has preguntado la razón por la cual te pareces a tus padres o abuelos? Las características físicas heredadas de padres a hijos dependen de una biomolécula muy compleja llamada ácido desoxirribonucleico, comúnmente conocida como ADN (también existe el ARN, o ácido ribonucleico, que interviene en los mecanismos hereditarios). El ADN contiene toda la información genética necesaria para el desarrollo y funcionamiento de los seres vivos y tiene la capacidad de transmitir esta información a las nuevas generaciones.

Al igual que todas las moléculas que hasta el momento hemos conocido, el ADN y el ARN están compuestos primordialmente por los elementos carbono, hidrógeno, nitrógeno y fósforo. Pero ahora, estos elementos se organizan y unen para formar pequeñas moléculas llamadas bases nitrogenadas: guanina, citosina, adenina y timina (fig. 2.61). Al igual que en los aminoácidos y las proteínas, estas cuatro moléculas se unen para formar otras unidades mayores llamadas nucleótidos, que se unirán para dar origen al ADN y al ARN.

Cuando los nucleótidos se unen de forma adecuada se crea una macromolécula con forma de doble hélice que es el ADN. Ahí se encuentra toda la información necesaria para formar un organismo, algo así como una receta para hacer cualquier clase de ser vivo. Dada su importancia, el ADN se encuentra protegido en el interior del núcleo celular, y solo algunas moléculas altamente especializadas son capaces de "leer" el código y encargarse de realizar las órdenes ahí "escritas".

Si el código genético se modifica por alguna razón, la información contenida cambia o se pierde, algo semejante a cambiar una letra de una palabra, o varias. Estos errores se llaman **mutaciones**, que con frecuencia pueden ser negativas en el sentido de que en casos extremos pueden llevar a malformaciones en los seres vivos.

© Nueva México

### Oligoelementos

Los oligoelementos se encuentran dentro de nuestro organismo en muy bajas concentraciones, pero si hay deficiencia de ellos se pueden producir graves enfermedades, y si se encuentran en cantidades mayores a las necesarias, se vuelven tóxicos para algunos órganos del cuerpo. Algunos oligoelementos son el hierro, el sodio, el magnesio, el zinc, el cloro, el yodo y el selenio. Por ejemplo, el hierro se encuentra dentro de muchas proteínas, y es parte fundamental de la hemoglobina, una proteína esencial de la sangre cuya función es llevar el oxígeno aspirado a todos los rincones del organismo.

Otro oligoelemento es el yodo, que se puede encontrar de forma natural en los mariscos, algunos peces y en las algas marinas. Sin embargo, es necesario incorporarlo a la dieta, y para ello se agrega a la sal de mesa. Esto lo puedes verificar en la etiqueta de cualquier recipiente comercial que diga "sal yodatada". Una consecuencia de no consumir suficiente yodo es una enfermedad llamada bocio, que produce una inflamación de la glándula tiroidea: se hincha la parte anterior del cuello a la altura de la laringe (fig. 2.62).



Figura 2.62. El yodo adicionado a la sal previene el bocio o inflamación de la glándula tiroidea.

### Actividad experimental

Con la orientación del profesor, por equipos identifiquen el almidón en hojas verdes. Utilicen la reacción entre el lugol y la glucosa, cuyo producto es una sustancia de color azul intenso.

#### Materiales:

- Lugol
- Alcohol al 96%
- Hojas verdes de alguna planta
- Papel aluminio o corcho
- Estufa o alguna fuente de calor
- 2 recipientes para baño maría
- 1 recipiente de plástico
- Pinzas, cubrebocas
- Guantes de plástico
- Lentes de protección

#### Procedimiento:

1. Siempre utilicen los cuantes de plástico, el cubrebocas y lentes de protección.
2. Cubran una parte de la hoja con papel aluminio o corcho. Déjenla expuesta al sol durante un día.
3. Coloquen la hoja sin el recubrimiento dentro de un recipiente con alcohol.
4. Calienten la mezcla en baño maría durante 15 minutos.
5. Tomen la hoja con las pinzas y enjuaguen con abundante agua.
6. En el recipiente de plástico coloquen la hoja tratada y agreguen el lugol en toda la superficie; dejen reposar durante unos minutos.
7. Repitan a partir del paso 3 para la hoja expuesta al sol.

#### Resultados y conclusiones:

- ¿Qué diferencias observan entre el área de la hoja que fue expuesta al sol y la que se mantuvo en la oscuridad gracias al recubrimiento? ¿Por qué se da esta diferencia?
- ¿Cuál es el nombre de la reacción por la cual las plantas producen glucosa?

Realicen una presentación donde muestren los pasos que siguieron, incluyendo una justificación de sus resultados. Proporcionen conclusiones claras y precisas del fenómeno observado. Pidan al profesor que modere la discusión.

© Nueva México

Cierre

Marca con una ✓ el nivel de logro que alcanzaste.

#### Aprendizaje esperado

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

**C** Me cuesta relacionar la abundancia de los elementos con su importancia para los seres vivos.

**B** Relaciono la abundancia de algunos elementos con su importancia para los seres vivos.

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

Con tu maestro resuelve los casos en que tus logros no sean los mejores.

## 6.1 Modelos de enlace: covalente e iónico

Las personas han tenido la necesidad de construir herramientas que les permitan entender los fenómenos que observan. Desde tiempos antiguos los marineros representaban el mundo, las costas y mares con mapas, los cuales son una gran herramienta de orientación. Gracias a estos mapas muchos marineros se aventuraban hacia tierras misteriosas, y les permitieron conocer lugares de los cuales no se sabía de su existencia.

Por otro lado, los arquitectos e ingenieros hacen una maqueta de lo que van a construir, para conocer los espacios y orientar la casa con respecto al Sol.

Estos dos ejemplos son herramientas llamadas **modelos** y nos ayudan a comprender un fenómeno (fig. 2.63).

Reflexiona:

- ¿Cómo te imaginas que son los modelos en la química?
- ¿Cómo representarías la unión entre dos elementos?
- ¿En qué otras disciplinas académicas identificas el uso de modelos?



Figura 2.63. Ni con el microscopio más potente es posible ver la unión de los átomos.

Tal vez a estas alturas de nuestro estudio sobre la naturaleza química de los elementos y sus propiedades atómicas, te surgen inquietudes sobre cómo logran unirse entre sí los átomos de los elementos para formar y construir otros más complejos, por ejemplo, las moléculas del aire o las biomoléculas que conforman a un ser vivo.

Para comenzar a resolver estas inquietudes, primero debemos empezar por la manera en que el ser humano identificó que los átomos de los elementos se mezclan entre sí y modifican sus propiedades, convirtiéndose en una sustancia nueva, diferente de aquellas que le dieron origen.

De acuerdo con los trabajos de Newton que estudiaste en tus clases de física, el modelo gravitacional representa los efectos de la gravedad en la Tierra y nos dice que la fuerza con que son atraídos dos cuerpos es directamente proporcional a sus masas. Y que entre mayor sea la masa de estos cuerpos, mayor será la fuerza que los atrae.

Ahora imagina que estos dos cuerpos son átomos de dos elementos diferentes. Los cuerpos que explicaba Newton son cuerpos grandes como los planetas, sin embargo los átomos no los podemos ver a simple vista, por tanto la fuerza que los une debe ser muy pequeña.

© Nueva México

Los científicos se preguntaban cómo sería posible medir y determinar tales fuerzas. Además, en algunas ocasiones los elementos mantenían sus propiedades y en otras no lo hacían. Como el agua, que al ser sometida al calentamiento pasa de estado líquido a gas, y este, al ser enfriado (condensado) pasa a líquido; pero al final, líquido, sólido o vapor, sigue siendo agua.

La respuesta a esto no la encontramos en el modelo gravitacional, sino en el modelo de fuerzas eléctricas, que surgió con el descubrimiento de los protones, neutrones y electrones. El hecho de que los protones y electrones tienen carga positiva y negativa, respectivamente, dio pie a pensar que estas cargas mantenían unidos a los átomos y formaban nuevas sustancias, diferentes de las originales (fig. 2.64).

Imagina que tienes dos imanes. Cuando los juntas de cierta manera se unen y es difícil separarlos, sin embargo, si inviertes uno de ellos, te será difícil unirlos. ¿Por qué?

Una carga negativa y una positiva se mantendrán siempre juntas bajo las condiciones externas adecuadas. Este tipo de fuerzas se conocen como **fuerzas electrostáticas**, y sus efectos aparecen en forma de atracciones y repulsiones entre los cuerpos que la poseen. Las fuerzas de repulsión se dan entre cuerpos con el mismo tipo de carga, es decir, positivo-positivo y negativo-negativo; por lo contrario, las fuerzas de atracción se presentan entre cuerpos con cargas opuestas, negativo-positivo y positivo-negativo. Este tipo de interacciones o fuerzas dependen de la distancia a que se encuentre un cuerpo de otro.

Ahora bien, los electrones de valencia de un átomo son aquellos que se encuentran más alejados del núcleo. Si relacionamos esto con lo que acabamos de ver, podemos decir que los electrones de valencia (que poseen carga negativa) ejercen una fuerza de atracción menor sobre los protones (que poseen carga positiva) que los electrones que se encuentran cerca de ellos. A la vez, los electrones ejercen fuerzas de repulsión entre ellos mismos debido a la igualdad de sus cargas.

En el siguiente cuadro se muestran las fuerzas electrostáticas que se pueden manifestar en los átomos debido a su estructura. Observa que en un solo átomo se presentan ambos tipos de fuerzas electrostáticas.

Tipo de interacción	Modelo de cargas	Tipo de fuerza electrostática
Protón-protón	++	Repulsiva
Protón-electrón	+ -	Atractiva
Electrón-protón	- +	Atractiva
Electrón-electrón	--	Repulsiva

© Nueva México

Los neutrones, al no tener carga, no presentan interacciones, sin embargo, cumplen un papel sumamente importante. Si es difícil imaginar interacciones entre los electrones que están más libres en el átomo debido a su carga, es mucho más difícil imaginarlas entre protones, considerando que están agrupados unos muy cerca de otros en el núcleo.



Figura 2.64. Al mezclar sodio y cloro, reaccionan y dejan un polvo blanco.

En este punto radica la importancia de los neutrones, ya que son los responsables de mantener un equilibrio en el núcleo, intercalándose entre los protones de modo que minimizan las fuerzas repulsivas que entre estos se manifiestan. Estas interacciones electrostáticas son las responsables de que las subpartículas en un átomo (neutrones, protones y electrones) no salgan disparadas unas lejos de otras, sino que se mantengan unidas y estén unas junto a las otras, de tal manera que se puedan tener sustancias estables como los gases que constituyen el aire, o el agua que bebemos todos los días.

#### Enlace covalente: compartir electrones

Al igual que a partir de modelos se explican las interacciones entre las subpartículas de un átomo, existen modelos para explicar cómo se unen los átomos. A estos modelos se les conoce como modelos de enlace y se justifican principalmente bajo criterios de fuerzas electrostáticas.

El **enlace químico** es la atracción que existe entre dos átomos, que da estabilidad y nuevas propiedades a las sustancias formadas. Para ello debemos retomar a los electrones de valencia, los responsables de las uniones posibles entre dos átomos. Veamos.

Iniciemos con los no metales. ¿Recuerdas a los elementos no metálicos de la tabla periódica, ya analizada? Cuando dos de ellos se unen forman un enlace llamado **enlace covalente**, que se caracteriza por el hecho de que ambos átomos comparten electrones. En el enlace covalente cada átomo dona un electrón para formar un enlace establecido por estos dos electrones.

Los elementos no metálicos se caracterizan por la dificultad con que pierden o ceden sus electrones de valencia; por ello, su manera de unirse o enlazarse es compartiendo dichos electrones. Los electrones se comparten en pares, pudiendo tener desde uno hasta tres pares de electrones compartiéndose en un mismo enlace.

Para favorecer una mayor estabilidad, los electrones que se comparten deben fomentar que los átomos tengan un arreglo electrónico parecido al de los gases nobles, es decir, deben tener 8 electrones de valencia. Cada par de electrones compartido se representa mediante una línea, siendo tres el máximo de líneas paralelas que se pueden acomodar, es decir, tres enlaces, los cuales representan tres pares de electrones (seis electrones de valencia). Veamos un ejemplo.

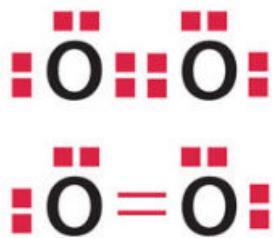


Figura 2.65. Representación de la unión de dos átomos de oxígeno. Los puntos representan los electrones de valencia.

Supongamos que dos átomos de oxígeno se unirán entre sí. Cada átomo de oxígeno tiene seis electrones de valencia, es decir, seis electrones que se pueden combinar con los electrones de otro átomo. Según el modelo de enlace covalente, como el oxígeno es un no metal, comparte sus electrones y forma pares con los electrones del otro átomo. En este caso, se forman dos enlaces (fig. 2.65).

Para explicar lo anterior debemos considerar que dado que en este caso los dos átomos en cuestión son de oxígeno, cada átomo podrá compartir un máximo de seis electrones para formar enlaces.

Sin embargo, aquellas moléculas que presentan este tipo de enlaces deben satisfacer, en la medida de lo posible, que los átomos involucrados en los enlaces posean una estructura electrónica semejante a la de un gas noble, es decir, cada átomo debe tener ocho electrones en su última capa.

A continuación se muestran las seis posibilidades que se obtendrían al combinar los doce electrones de valencia totales. Son muchas opciones como para poder determinar cuál es la más probable (fig. 2.66).

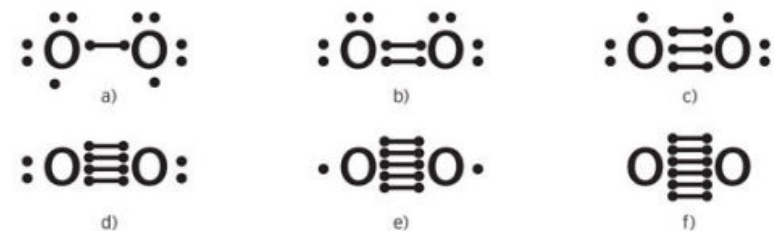


Figura 2.66. Las posibles combinaciones electrónicas de dos átomos de oxígeno.

El gas noble más cercano al oxígeno es el neón, el cual tiene ocho electrones de valencia, por tanto, cada átomo de oxígeno debe sumar ocho electrones en su capa exterior, tomando en cuenta tanto los electrones que están libres como los que están enlazados. Si seguimos este criterio, podremos quedarnos con una sola opción que representa el modelo de enlace covalente para la molécula de oxígeno (fig. 2.67).

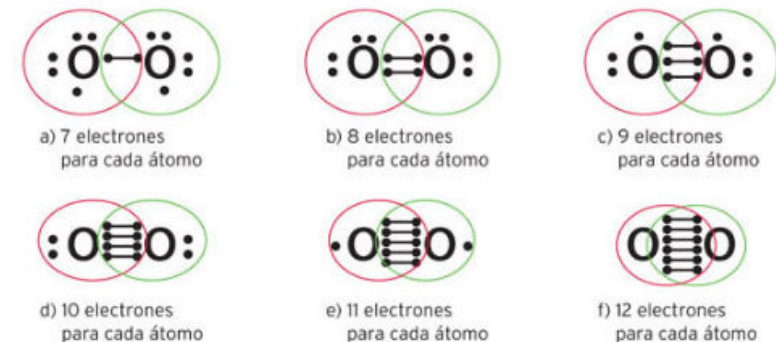


Figura 2.67. La molécula más estable es aquella en que cada átomo de oxígeno tiene ocho electrones en su última órbita, representada por el inciso b.

#### Actividad

Con la orientación de su profesor, realicen en parejas la actividad propuesta.

De acuerdo con el modelo de enlace covalente, propongan una manera de distribuir los electrones de valencia entre cada par de los siguientes elementos.

- Oxígeno-nitrógeno
- Nitrógeno-nitrógeno
- Carbono-oxígeno
- Cloro-bromo

Dibujen su modelo en el cuaderno. Elijan a un representante por equipo para que pase al pizarrón y dibuje el modelo para la primera molécula, y así sucesivamente. Al finalizar revisen sus resultados. Pidan al profesor que los valide.

### El enlace iónico: transferencia de cargas

Existe otro tipo de enlace que transfiere electrones de un átomo a otro. Este tipo de enlace recibe el nombre de **enlace iónico**. Por lo general se presenta entre átomos de naturaleza metálica opuesta, es decir, entre un metal y un no metal.

El carácter químico que adquieren los átomos al estar enlazados es el de un ion. Recordemos que los iones son especies químicas cargadas, producto de la pérdida o ganancia de electrones en la capa de valencia. Los iones pueden ser positivos (cationes) o negativos (aniones), y son los que permiten el flujo de la corriente eléctrica en dispositivos como las pilas alcalinas o las baterías de automóviles, ya que pueden transferir la carga eléctrica a través de las disoluciones.

Este modelo propone que, debido a sus características, el elemento metal tiene más facilidad de ceder sus electrones que el no metal, transformándose de esta manera en un catión. El catión formado tendrá el mismo arreglo de electrones de valencia que el gas noble más cercano en la tabla periódica.

El no metal tenderá a aceptar los electrones de valencia, adquiriendo así una carga negativa y convirtiéndose en un anión, el cual seguirá la misma tendencia que el catión respecto del gas noble más cercano. El enlace se establece puesto que en una misma molécula tenemos un anión y un catión; ambos, por sus características electrostáticas, manifestarán fuerzas de atracción entre ellos, manteniendo la estabilidad del enlace dentro de lo posible.

De acuerdo con el modelo, todas aquellas sustancias que poseen este tipo de enlaces, al disolverse en agua, tenderán a formar iones, y por tanto, se justifica su facilidad para conducir corriente eléctrica.

Uno de los ejemplos más conocidos de este tipo de enlaces es el que existe entre el cloro y el sodio para formar cloruro de sodio, mejor conocido como sal de mesa. El cloro es un elemento no metálico con siete electrones de valencia; de acuerdo con este modelo, el cloro acepta los electrones de valencia de otro elemento.

Por otro lado está el sodio, que pertenece a los metales alcalinos y posee un solo electrón de valencia, que cede para establecer el enlace. Tanto para el sodio como para el cloro, el gas noble más cercano es el neón, con ocho electrones (fig. 2.68).

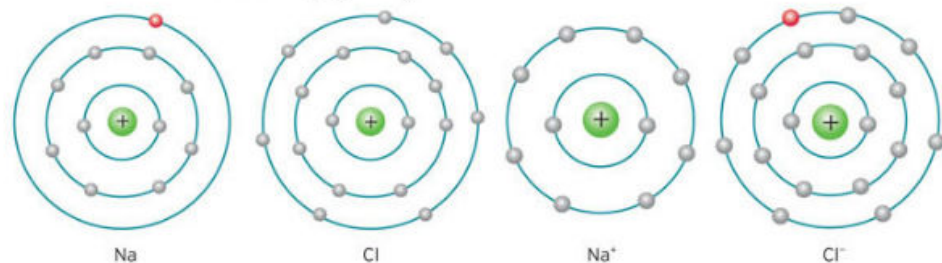


Figura 2.68. Entre el catión  $\text{Na}^+$  y anión  $\text{Cl}^-$  se forma un enlace iónico para dar origen al cloruro de sodio, la sal de mesa.

En el esquema anterior se muestra en color rojo el electrón de valencia que es cedido desde el sodio al cloro. Una vez formado el enlace, ambos átomos adquieren una distribución electrónica de gas ideal, más estable que la que tenían al estar aislados.

Si conoces las propiedades físicas de un compuesto desconocido, puedes predecir su tipo de enlace. Para ello es importante que tengas en mente la electronegatividad de cada elemento, pues de ella depende qué tanto un elemento cederá electrones. Los que son muy electronegativos atraen los electrones de valencia con más fuerza que los que tienen valores bajos.

Cuando la electronegatividad de los elementos es similar, los electrones se compartirán justo a la mitad, lo que provoca enlaces covalentes. En comparación, si un elemento es más electronegativo que otro, los electrones se irán con el más electronegativo y se formarán enlaces iónicos.

### Representación de los compuestos mediante fórmulas

Ya analizados estos tipos de enlaces entre átomos, hay que dar nombre a los compuestos resultantes. Para ello se utilizan las fórmulas químicas. La fórmula de un compuesto indica qué elementos lo forman y cuántos átomos de cada elemento están presentes en una unidad del compuesto. Por ejemplo, en lugar de escribir "permanganato de potasio", es más sencillo escribir su fórmula química,  $\text{KMnO}_4$ ; el cloruro de sodio (sal de mesa) se escribe  $\text{NaCl}$ ; el agua se escribe  $\text{H}_2\text{O}$ . Esta manera de representar a los compuestos significa que la sal de mesa está formada por un átomo de sodio y un átomo de cloro, que al reaccionar forman un cristal. A su vez, el agua está formada por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno.

Sigue buscando ejemplos como estos y analiza cuántos átomos hay de cada elemento.

### Actividad

#### Propósito:

Identifica las interacciones electrostáticas que mantienen unidos a los átomos.

#### Desarrollo:

Dibuja el modelo de enlace iónico para las siguientes moléculas. Describe la forma en que se genera el enlace, así como todas y cada una de las especies químicas antes y después del enlace:

- Bromo-cesio
- Cloro-calcio
- Yodo-potasio
- Flúor-litio

#### Resultados y conclusiones:

- Forma equipo con tus compañeros e investiguen el valor de electronegatividad para los elementos anteriores. Verifiquen sus resultados en grupo.

Marca con una  el nivel de logro que alcanzaste

#### Aprendizaje esperado

Identifico las partículas e interacciones electrostáticas que mantienen unidos a los átomos.

- |                |   |   |
|----------------|---|---|
| Nivel de logro | C | Me cuesta identificar las partículas e interacciones electrostáticas que mantienen unidos a los átomos. |
|                | B | Identifico algunas partículas e interacciones electrostáticas que mantienen unidos a los átomos.        |
|                | A | Si identifico las partículas e interacciones electrostáticas que mantienen unidos a los átomos.         |

Con tu maestro resuelve los casos en que tus logros no sean los mejores.

Marca con una  el nivel de logro que alcanzaste

#### Aprendizaje esperado

Explico las características de los enlaces químicos a partir del modelo de compartición (covalente) y de transferencia de electrones (iónico).

- |                |   |  |
|----------------|---|--|
| Nivel de logro | C | Me cuesta explicar las características de los enlaces químicos covalente e iónico.             |
|                | B | Explico las características del enlace covalente, pero no del iónico.                          |
|                | A | Si explico las características de los enlaces químicos a partir del modelo covalente e iónico. |

Con tu maestro resuelve los casos en que tus logros no sean los mejores.

Cierre

## 6.2 Relación entre las propiedades de las sustancias con el modelo de enlace: covalente e iónico

El té es una bebida que se consume en la mayoría de los países del mundo. Para prepararlo, hay que poner un recipiente de agua sobre la hornilla de la estufa. A medida que aumenta la temperatura del agua puedes observar que se desprende vapor. Cuando el agua alcanza su punto máximo de calentamiento en estado líquido, comienza a hervir. Si dejas que el agua hierva mucho tiempo, se evaporará. Según los expertos, luego de hervir, el agua se debe dejar enfriar entre 30 y 60 segundos antes de ponerle té.

Ahora supongamos que, en vez de agua, tienes aceite de cocina calentándose. Aunque el aceite alcance los 100 °C, no observarás ningún cambio de estado, como sucede con el agua.



**Figura 2.69.** Cuando el vidrio se funde se parece al jarabe de azúcar o caramelo. Para que esto suceda, debe alcanzar 1370 °C.

Todas las sustancias poseen propiedades particulares que les confieren características interesantes (fig. 2.69). Si quisieras freír un huevo no usarías un trozo de madera como sartén; seguramente usarías una sartén de hierro o aluminio, que resistiera y condujera el calor.

Reflexiona:

- ¿Por qué el agua se evapora y no el aceite?
- ¿Qué nombre recibe esta propiedad en la que un líquido pasa a fase gaseosa?
- ¿Cómo se llaman estos procesos en que la materia pasa de un estado a otro?

### Cambios de fase

Los modelos de enlace no solo son un recurso útil en la descripción de la forma en que los átomos se enlazan entre sí; también ayudan a explicar algunas propiedades macroscópicas (que se pueden distinguir a simple vista) de las sustancias.

El modelo de enlace covalente propone que entre los átomos que forman el enlace se comparten pares de electrones. Algunas moléculas que presentan este tipo de enlaces son el agua, el dióxido de carbono, el ácido acético (que en bajas concentraciones se conoce como vinagre) y el alcohol etílico, entre muchas otras.

Por lo general las sustancias que manifiestan este tipo de enlaces tienen bajos puntos de fusión y ebullición, aunque existen excepciones como el grafito, que tiene un punto de fusión de 3800 °C, un valor de temperatura muy elevado.

Al comparar esta propiedad en compuestos que se forman con el modelo de enlace iónico, podemos apreciar de mejor manera estas diferencias.

© Nueva México

El cloruro de sodio, el bicarbonato de sodio, entre otras sales, manifiestan este tipo de enlaces. Hablando en términos de temperaturas de fusión o ebullición, presentan valores mucho más elevados que los encontrados para compuestos con enlaces covalentes.

Veamos un ejemplo. La molécula de agua está formada por dos átomos de hidrógeno unidos de manera separada a un solo átomo de oxígeno. Ambos tipos de átomos son no metálicos, por lo que suponemos enlaces de tipo covalente.

Para acomodar los electrones de acuerdo con la configuración electrónica del gas noble más cercano, el modelo que representa el enlace en esta molécula quedaría de la siguiente manera (fig. 2.70):

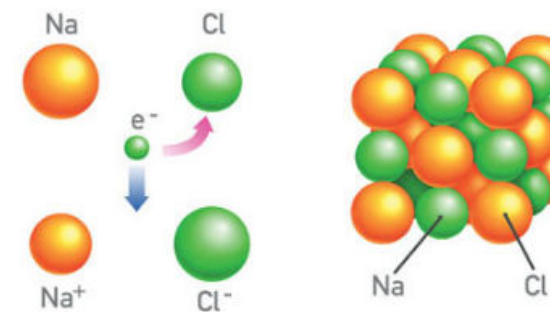


**Figura 2.70.** Molécula de agua.

Al unirse de esta manera, cada átomo conserva ocho electrones a su alrededor, cumpliendo con la regla del octeto.

El agua posee una de las características más peculiares que podemos observar en una sustancia: se encuentra en sus tres estados de agregación en la superficie terrestre, líquido, sólido y gas. A nivel del mar tiene un punto de ebullición y de fusión de 100 °C y 0 °C, respectivamente. Esta peculiaridad se debe en gran medida a la fuerza de atracción que existe entre las moléculas de agua, las que le permiten mantenerse unidas bajo condiciones específicas.

¿Pero qué pasa con la molécula de cloruro de sodio, cuya fórmula química es NaCl? Se trata de una sal iónica, por lo que el modelo iónico es el que describe las uniones entre los átomos. A diferencia de las moléculas covalentes, las sustancias iónicas tienden a formar arreglos geométricos debido a la atracción electrostática entre iones. Esto se manifiesta en las estructuras cristalinas que presentan estas sustancias.



**Figura 2.71.** Representación del modelo de enlace iónico para el cloruro de sodio.

En la figura 2.71 puedes ver la estructura cristalina del cloruro de sodio. Cada ion (ya sea el catión o el anión) interactúa de forma directa con más de un **contraión**, formando una especie de aglomerado que al crecer forma cristales.

Esto significa que, si imaginamos un cubo, cada arista es un ion, suponemos el catión (+), por lo que en cada cara del cubo estará el contraión, en este caso el anión (-).

Los compuestos iónicos presentan altos puntos de fusión como consecuencia de las interacciones electrostáticas que hay entre todos los iones presentes en la red cristalina, y sus puntos de ebullición son sumamente altos.

© Nueva México

### Glosario

**contraión.** Es la contraparte de un ion; su función es mantener la neutralidad eléctrica. En la sal de mesa el catión sodio es el contraión del cloro y viceversa.

## Actividad

Realiza un análisis de los valores de los puntos de fusión y ebullición de las siguientes sustancias y evalúa, de acuerdo con tus resultados, qué tipo de modelo de enlace describiría la manera en que las moléculas de cada compuesto están unidas.

- Sulfato de sodio.
- Carbonato de calcio.
- Monóxido de nitrógeno.
- Ozono.
- Bromuro de potasio.

En grupo, investiguen el tipo de modelo de cada compuesto para evaluar sus predicciones. Discute tus resultados con tus compañeros y profesor. Concluyan.

### La solubilidad en agua depende del enlace también

Una sustancia puede combinarse con otra para generar una mezcla en la que cada una de sus partes no se distinga. La solubilidad de las sustancias depende en gran medida del tipo de enlace que se establezca, como también sucede con los puntos de fusión y ebullición.

Retomemos el ejemplo del cloruro de sodio como representación del modelo de enlace iónico. Al intentar disolver una muestra de cloruro de sodio en agua, este compuesto se disuelve con facilidad, generando una disolución de cloruro de sodio en agua.

Ahora bien, como ejemplo del modelo de enlace covalente tomemos al grafito. Si intentamos disolver grafito en agua, no se disuelve.

Las disoluciones iónicas tienen la capacidad de transferir corriente eléctrica. Una disolución suficientemente saturada de cloruro de sodio puede funcionar como medio acarreador de cargas en un circuito eléctrico muy sencillo, debido a que los iones van de un lugar a otro. Pero las sales, en este caso cloruro de sodio, no tienen esta propiedad en estado sólido, por lo que deben estar en disolución acuosa, es decir, disueltas en agua (fig. 2.72).

### Hablemos de dureza

La dureza o capacidad de un material para resistirse a la penetración, rayado o deformaciones permanentes es una propiedad de los materiales que también se puede asociar con el tipo de enlaces que mantienen unidas a las sustancias.

Para el caso de los materiales iónicos, la dureza es una propiedad significativa. El hecho de que sus estructuras sean muy compactas debido a las redes cristalinas que forman, hace muy difícil la tarea de rayarlos, lo que les da por lo general la característica de ser duros.



**Figura 2.72.** El agua dura es aquella que contiene sales de magnesio y calcio en alta concentración. Con agua dura, el jabón y los detergentes "se cortan".

Sin embargo, un golpe duro y seco puede modificar la red cristalina, provocando el desmoronamiento del sólido, lo que a la vez les da la característica de ser frágiles.

Al respecto, es muy importante no confundir la fragilidad como una propiedad contraria a la dureza. La fragilidad es la facilidad con la que se rompe un material ante la fuerza de un golpe: pueden existir materiales poco duros y nada frágiles (como una goma de borrar) o, como el caso del cloruro de sodio, duros y con una gran fragilidad.

Los enlaces covalentes, a diferencia de los iónicos, casi no favorecen la formación de redes cristalinas; por lo contrario, con ellos se obtienen moléculas muy consolidadas y definidas en número de elementos por unidad. Los compuestos covalentes pueden ser sólidos, líquidos o gaseosos. En cuestión de dureza, no es tan fácil definirlos como en el caso de los iónicos, puesto que pueden tomar cualquier valor, desde el más duro material que se conoce hasta el menos duro o más blando. Para ejemplificar esto tomaremos en cuenta un caso muy singular, el caso del carbono y sus alótropos.

Un **alótropo** es un material hecho del mismo elemento que otros materiales, pero difiere de ellos en propiedades y características debido al arreglo que los átomos adoptan en el espacio. El caso de alotropía más famoso es el del carbono, que tiene cuatro alótropos, dos de ellos muy conocidos: el grafito y el diamante. Ambos están hechos enteramente de átomos de carbono, pero son diferentes entre sí.

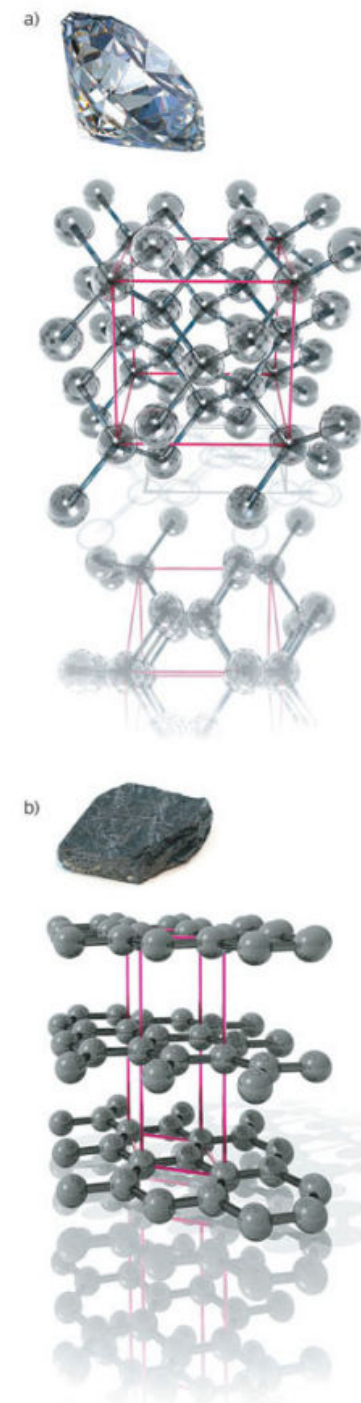
El diamante es el material más duro conocido; tiene una estructura cristalina, es transparente y con un brillo adamantino, además de ser cotizado en el mundo actual como un material con un valor monetario muy alto. Por lo contrario, el grafito es opaco, sin brillo, y con una dureza considerablemente más baja que la del diamante (fig. 2.73).

¿Cómo es posible que estas dos sustancias tengan la misma composición y que sus propiedades sean diferentes? Esto se debe a la forma en la que los átomos de carbono están unidos entre sí. En el caso del diamante, el arreglo es del tipo cúbico con cuerpo centrado en las caras, que es la misma red o arreglo cristalino que tiene el cloruro de sodio, pero a diferencia de este, el diamante se construye mediante enlaces covalentes.

En cambio, el grafito tiene un arreglo hexagonal, donde cada átomo de carbono se une a otros tres. Estos hexágonos forman placas que se superponen unas sobre otras, formando una especie de malla, lo que explica su fragilidad.

### Las fuerzas que los unen

Al igual que las sustancias iónicas, las covalentes están formadas por átomos que se atraen y enlazan entre sí. Sin embargo, los compuestos iónicos forman grandes redes cristalinas debido a las fuerzas que se presentan entre iones, ya sea de corto o de largo alcance.



**Figura 2.73.** Arreglos estructurales del diamante (a) y el grafito (b).

Para los compuestos covalentes esto no es tan común pues, por lo general, este tipo de sustancias presentan interacciones entre moléculas, pero no forman redes o mallas tan bien organizadas y fuertes como en el caso de los iónicos.

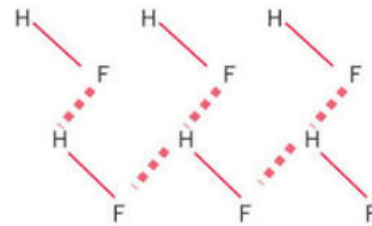
Estas fuerzas de largo alcance que se presentan entre moléculas o entre iones, es decir, entre iones que no están directamente unidos, se denominan fuerzas intermoleculares; a este conjunto de fuerzas, que pueden ser de atracción, repulsión, magnéticas, etc., se les conoce como **fuerzas de Van der Waals**.

Existe un tipo de fuerza intermolecular que es de gran importancia, ya que es responsable de que en la superficie terrestre el agua, a diferencia de todas las demás sustancias, pueda presentarse en los tres estados de agregación más conocidos, como sólido en forma de hielo, líquido en forma de agua y como gas en forma de vapor.

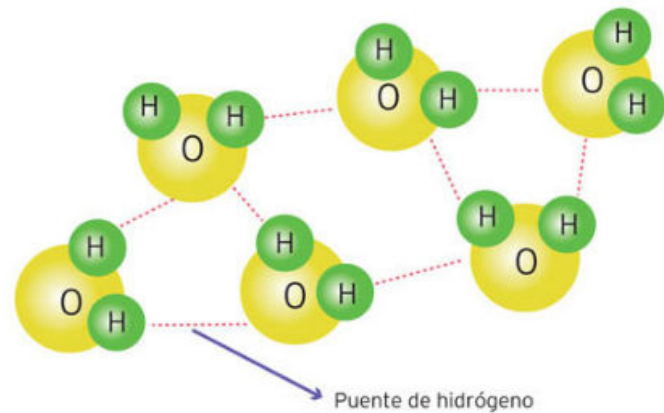
Estas fuerzas se conocen como **enlaces o puentes de hidrógeno**, y se definen como interacciones entre el hidrógeno de una molécula y un átomo muy electronegativo de otra, es decir, no se forma un enlace propiamente dicho (como el caso del covalente o el iónico).

Para que este tipo de fuerza se presente, es necesario que en la estructura de la molécula existan al menos estos dos tipos de átomos, hidrógeno y un átomo altamente electronegativo, por lo general flúor, nitrógeno u oxígeno, o una mezcla de estos (fig. 2.74).

Para el caso del agua, los puentes de hidrógeno se dan entre los átomos de hidrógeno de una molécula y los átomos de oxígeno de otras moléculas de agua, manteniendo una interacción atractiva entre todas las moléculas de agua que se encuentran involucradas (fig. 2.75).



**Figura 2.74.** El ácido fluorhídrico, cuya fórmula molecular es HF, representa un compuesto covalente que forma redes debido a los puentes de hidrógeno entre el hidrógeno y el flúor. Es uno de los ácidos más corrosivos que se conocen.



**Figura 2.75.** Red que se forma entre moléculas de agua debido a los puentes de hidrógeno.

A medida que la red crece, la estabilidad del sistema aumenta. Esta es la principal razón por la que la molécula de agua, a pesar de tener un tamaño que podría sugerir solo su existencia en estado gaseoso, puede condensarse y mantenerse unida con otras para formar un líquido y, si vamos más allá, un sólido helado.

© Nueva México

¿Alguna vez has sacado la ropa de la secadora y la has encontrado pegada por la estática? El pegado estático se produce debido a la atracción electrostática entre cargas positivas y negativas. Cuando secas la ropa se originan algunas de estas cargas y sus propiedades físicas se pueden explicar con base en ellas.

Ahora bien, ¿te has preguntado por qué se adhieren las moléculas de agua para formar gotas? Esto se debe a que las moléculas de agua tienen extremos positivos y negativos. Los extremos de las moléculas con cargas opuestas tienden a atraerse, y las moléculas se "pegan".

Veamos otro ejemplo, el dióxido de carbono es una molécula unida por enlaces covalentes. La estructura de esta molécula es lineal y por tanto no existe separación de las cargas positiva y negativa. El dióxido de carbono es ligeramente soluble en agua, pero bajo cierta presión, se disuelve todavía más.

Una botella de refresco explota cuando la agitamos porque el  $\text{CO}_2$  bajo presión que contiene añade efervescencia. Cuando abres una botella de bebida gaseosa, liberas la presión y el  $\text{CO}_2$  escapa de la solución.

De todo lo anterior resulta que conocer qué tipo de enlace tienen los compuestos es de gran utilidad. Al determinar la forma de una molécula, puedes predecir su comportamiento y propiedades.

### Actividad

#### Propósito:

Identificar que las propiedades de los materiales pueden ser explicadas a través de su estructura.

#### Desarrollo:

En parejas respondan en su cuaderno las siguientes preguntas. Recuerden que siempre pueden pedir la asesoría a su profesor.

- Expliquen por qué el hielo flota sobre el agua, cuando por lo general una sustancia en estado sólido es más densa que ella misma en estado líquido.
- De acuerdo con la descripción de los puentes de hidrógeno, ¿por qué el hidruro de flúor o ácido fluorhídrico tiene un punto de ebullición más bajo que el del agua?
- ¿Esperarían que el LiF o el LiCl tuvieran un punto de fusión elevado? Expliquen su respuesta.

#### Resultados y conclusiones:

Con el profesor como moderador, discutan los resultados obtenidos con el resto de los compañeros y lleguen a una conclusión grupal.

Recuerden respetar las opiniones de los demás compañeros.

© Nueva México

### Conexión



Para saber más sobre este contenido, consulta:

Emsley, John. *Moléculas en una exposición*. Península. Libros del Rincón. 2005.

Cierre

Marca con una  el nivel de logro que alcanzaste.

#### Aprendizaje esperado

Identifico que las propiedades de los materiales se explican a través de su estructura (atómica, molecular).

**C** Me cuesta identificar que las propiedades de los materiales se explican a través de su estructura.

**B** Identifico parcialmente que las propiedades de los materiales se explican a partir de su estructura.

**A** Sí identifico que las propiedades de los materiales se explican a través de su estructura (atómica, molecular).

Con tu maestro resuelve los casos en que tus logros no sean los mejores.

## ¿Cuáles elementos químicos son importantes para el buen funcionamiento de nuestro cuerpo?

Nuestro cuerpo, al igual que el de todos los seres vivos en el planeta, está casi en su totalidad constituido por seis elementos de la tabla periódica: carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno, fósforo y azufre. Debido a la presencia de estos elementos en sistemas biológicos también se les conoce como bioelementos. A pesar de que el cuerpo posee en gran proporción de ellos, existen muchos otros que son de vital importancia para el buen funcionamiento de los seres vivos, sobre todo para funciones muy peculiares, como la respiración o la formación de orina.



Figura 2.76. Las frutas y verduras constituyen uno de los grupos de mayor aporte vitamínico externo para el ser humano.

Los seres vivos poseen en sus estructuras celulares una gran variedad de compuestos, algunos de los cuales sintetiza el mismo cuerpo, sin embargo existen sustancias que son esenciales para los organismos y que deben obtener de los alimentos, es decir, tomándolos de otros seres vivos, plantas o animales (fig. 2.76).

Para elegir el tema, investiguen de lo que trata cada uno. Después reúnanse en equipo y analicen las preguntas de reflexión. Lleguen a acuerdos para saber qué tema van a desarrollar o planteen otro que consideren de su interés y que esté relacionado con los contenidos del bloque 2, puesto que deberán poner en práctica todos los conocimientos y habilidades adquiridos en el bloque.

Si les interesa **¿Cuáles son los elementos químicos importantes para el buen funcionamiento humano?**, se trata de un proyecto de tipo científico y para su desarrollo es necesario investigar sobre los elementos y sus funciones en el cuerpo. Estas preguntas les servirán como guía para profundizar en el tema.

- ¿Qué elementos químicos componen a los seres vivos?
- ¿Cómo es una dieta balanceada?
- ¿Qué consecuencias tiene la falta o el exceso de estos elementos?

Por lo contrario, si desean investigar sobre **¿Cuáles son las implicaciones en la salud o el ambiente de algunos metales pesados?**, también de tipo científico, pueden guiarse en su investigación con las siguientes preguntas:

- ¿Qué compuestos tiene el cemento? ¿A quién afecta más?
- ¿Qué son los metales pesados?
- ¿Consideras que las drogas contienen metales pesados? ¿Qué efectos tienen en la salud de las personas?

Al respecto, les proponemos buscar información sobre algunos elementos que son considerados altamente tóxicos para el cuerpo. Las fuentes que los generan son variadas:

**Mercurio.** Actividades mineras de extracción de oro, plata y cobre. Fundición primaria y secundaria de metales. Producción de carbón y coque. Combustión de combustóleo y carbón en la generación de electricidad. Industria de cloro-sosa. Incineración de residuos peligrosos y biológico infecciosos.

**Plomo.** Fundición primaria y secundaria de metales. Loza vidriada. Producción de pinturas. Elaboración de latas soldadas con plomo. Industria electrónica y de cómputo. Uso de gasolina con plomo.

**Cadmio.** Baterías recargables de níquel/cadmio (Ni/Cd). Fertilizantes. Pigmentos y estabilizadores en plástico y PVC. Pigmentos en pinturas. Galvanización. Catalizadores y conservadores en la industria del plástico. Elaboración de pinturas. Aleaciones (fig. 2.77).

Cualquiera que sea el tema que elijan, recuerden colaborar entre todos. Escuchen atentamente la opinión de cada integrante para tomar decisiones.

### Etapa 1: Planeación

En esta etapa tendrás que evaluar la información previa que obtuviste sobre las preguntas y, con ello, seleccionar la pregunta que va a orientar tu proyecto. También vas a definir las actividades por hacer y los recursos que necesitarás.

Primero revisa las lecciones de este bloque para que selecciones la información que te ayudará a contestar la pregunta que guiará el proyecto. Realiza un consenso con tu equipo para seleccionar la pregunta.

Si se decidieron por la pregunta: **¿cuáles son los elementos químicos importantes para el buen funcionamiento humano?**, pueden buscar información sobre enfermedades, como anemia, diabetes, obesidad, etcétera. Recuerden que la información debe ser de fuentes de información validadas por algún organismo nacional o internacional en materia de nutrición, sobre todo porque la información que utilizan debe tener referencia de las fuentes de donde la obtuvieron, y si será divulgada, pues con mayor razón debe ser de confianza.

Al igual que en el caso del proyecto del bloque 1, deben desarrollar su propia metodología, ya sea guiándose con alguna ya preestablecida o creando una nueva, siempre y cuando esta les lleve a conseguir sus objetivos.

Este proyecto debe impactar no solo en su manera de pensar sobre el tema de la alimentación, la nutrición y el correcto funcionamiento fisiológico del cuerpo, sino que también debe favorecer la iniciativa de crear y generar nuevas actitudes y costumbres alimenticias en ustedes, en su familia y en la comunidad, de manera que pueda servir como medio de prevención de enfermedades relacionadas con la alimentación, la obesidad u otros trastornos, como la anorexia y la bulimia.

Algunas actividades desencadenantes que pueden considerar para iniciar su proyecto y darle justificación son visitar a algún experto en nutrición para que les explique algunas formas de combinar los alimentos y evitar enfermedades nutricionales, o bien, ir a un centro de salud en su comunidad y, mediante entrevistas, cuestionarios y solicitud de material informativo, recabar información sobre los problemas nutricionales que se presentan, la forma de combatirlos y la elaboración de dietas correctas.



Figura 2.77. El cadmio es un componente de las baterías, y es altamente contaminante.





Figura 2.78. La planeación de todas las actividades es necesaria para llevar a buen fin el proyecto.

De esta manera el peso del proyecto será aún mayor, dándole importancia y trascendencia como investigación. El impacto del tema de la alimentación cobra un giro muy importante y peculiar al tratar temas como la hambruna en el mundo y por otro lado el desperdicio de comida.

Ustedes pueden proponer y plantear otros problemas. Pidan orientación a su maestro. Tomen nota de lo que más les interese y piensen en alguna problemática que les gustaría abordar para comentarla con sus compañeros y decidir juntos cuál desarrollarán y cómo lo harán (fig. 2.78).

Les recomendamos diseñar una tabla con los nombres de los participantes, las actividades que tienen asignadas y el tiempo que tienen para concretarlas, de tal modo que todos tengan una tarea por hacer y el trabajo en equipo sea organizado y colaborativo.

Responsable de la tarea	Actividad por realizar	Tiempo que le dedicarán	Logro

En las páginas del subtema “Importancia de los elementos químicos para los seres vivos” ubicaron los elementos químicos esenciales para los seres vivos y la función que desempeñan, así como las biomoléculas que forman. Estos conocimientos y las actividades desarrolladas les servirán para llevar a cabo este proyecto.

## Etapa 2: Desarrollo

Reúnanse los miembros del equipo y lleven a cabo las actividades asignadas en la etapa 1. Incluyan un cronograma de actividades donde asignen el tiempo que les tomará realizar cada actividad. Conviene que nombren un representante de equipo, quien, además de colaborar en la investigación y desarrollo del proyecto, coordinará las actividades que realicen e informará a su profesor los avances que van teniendo o las dificultades que encuentren en el proceso, para que él les brinde asesoría.

El enfoque científico del proyecto podría darse al tratar de mantener como objetivo la manera en que el cuerpo asimila grasas y azúcares, los almacena, y al final, cómo es que esto puede ser perjudicial para el individuo que consume en exceso estas biomoléculas. Ahí es donde el proyecto toma un giro científico. Pueden proponer una dieta mexicana balanceada donde el objetivo sea que esa dieta tenga los requerimientos nutrimentales que una persona necesita ingerir al día (fig. 2.79).

En los trabajos científicos siempre existe una hipótesis, la cual nos indica qué se espera obtener del proyecto. Elaboren una, y en caso de no cumplirla, no hay por qué alarmarse, o si sucede algo inesperado durante la investigación, no quiere decir que hay que desecharla. Al contrario, esto podría estar sugiriendo que han descubierto algo no previsto dentro de sus objetivos, pero que sin lugar a dudas tiene una importancia por la cual merece ser estudiado. Consultar libros y páginas web que certifiquen su información es de muy buena ayuda.

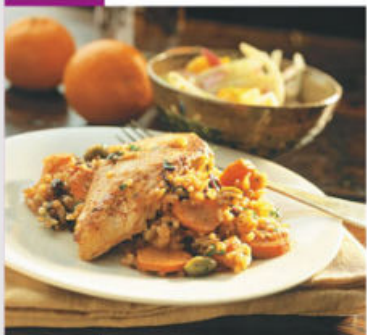


Figura 2.79. La comida mexicana es muy rica por su diversidad de ingredientes. Esto permite combinarla para que sea variada y saludable.

Pueden consultar:

- [www.alimentacion-sana.com.ar/informaciones/novedades/balancear%20la%20dieta.htm](http://www.alimentacion-sana.com.ar/informaciones/novedades/balancear%20la%20dieta.htm) (Fecha de consulta: 15 de noviembre de 2013.)
- Sistema mexicano de alimentos equivalentes. Ana Berta Pérez Lizaur y Leticia Marván Laborde. Fomento de Nutrición y Salud, A. C., 2001.
- Guía de calorías. Grupo Editorial Tomo, S. A. México, 2004.
- Aude Rueda, Olga. Cocina para diabéticos. Selector, México, 1998.

Aquí es importante hacer una pausa y evaluar si la información obtenida contribuye a alcanzar los objetivos del proyecto. Para ello consideren:

- Diseñar el plan de alimentos o comidas de un día, desde el desayuno hasta la cena, de acuerdo con lo que se reconoce como una dieta correcta para todos los miembros de una familia, y hacer hincapié en el tamaño de las porciones, que varían principalmente con la edad, el sexo y la actividad física.
- Incluir una tabla que contenga los nutrimentos que aporta cada platillo. En una columna de la tabla, debe incluirse la función que desempeña cada nutrimento.
- Anoten las enfermedades que se pueden dar cuando existe deficiencia de alguno de estos nutrimentos.
- Elaboren un folleto que contenga toda esta información para dar a conocer a su comunidad los resultados.

Los cuadros 2.5 y 2.6 son ejemplos de los tipos de recursos escritos que pueden ser de gran utilidad al momento de organizar, clasificar y distribuir la información. Contiene una lista de elementos y biomoléculas que si bien no son los únicos, son los más representativos al momento de hablar de elementos y biomoléculas esenciales encontrados en el cuerpo humano, o de los elementos que pueden representar un riesgo a la salud y las fuentes que los producen, como posibles medios de contaminación, esto para evitar su consumo o contacto.

Cuadro 2.5. Las funciones biológicas de los elementos.

Elemento	Símbolo	Núm. atómico	Masa atómica	Funciones biológicas donde interviene	Alimentos que lo contienen
Sodio					
Magnesio					
Azufre					
Zinc					
Calcio					
Litio					
Hierro					
Potasio					
Cobalto					

© Nueva México

Cuadro 2.6. Funciones en las que intervienen las biomoléculas.

Biomolécula	Ejemplo	Consecuencias en la salud por carencia	Consecuencias en la salud por exceso	Funciones biológicas donde intervienen	Alimentos que la contienen
Proteína					
Carbohidrato					
Vitamina					
Mineral					
Aminoácido					
Grasa o lípido					

Recopilen la información para elaborar los resultados. En este tipo de proyectos pueden incluir una buena cantidad de datos numéricos y términos que no necesariamente toda la población civil conoce. Es muy bueno hacer uso de tablas de datos que proyecten de la manera más simple los resultados obtenidos.

Es muy importante mantener organizada la información y de ser posible realizar una bitácora de actividades donde se detalle cada paso de la investigación, esto con la finalidad de tener el control de todo el proceso.

La conclusión del proyecto debe incluir una discusión sobre el alcance de los objetivos y la veracidad o rechazo de las hipótesis manifestadas al inicio del mismo. Al igual que todo el proyecto, la conclusión debe estar construida de tal manera que esté respaldada por datos que pueden ser consultados, repetidos y verificados en cualquier momento.

Recuerden que hacer público el proyecto les da una responsabilidad frente a la comunidad, y esta responsabilidad de lo que comuniquen debe estar sustentada con bases teóricas y experimentales que puedan soportarla.

### Etapa 3: Comunicación

Ahora es el momento de comunicar el proyecto. Consigan los recursos necesarios para llevarlo a cabo.

Recuerden que la manera en la que estructuren, realicen y den a conocer su proyecto puede cambiar la percepción del público sobre este tema, tan importante para todos. Promuevan entre todos la creación de una campaña de concientización sobre el tema, donde puedan repartir los folletos elaborados en el desarrollo.

Además, pueden hacer mesas redondas de divulgación, pláticas o exposiciones en centros de salud, escuelas o centros de recreación, como parques.

Pueden comenzar a nivel escolar, dentro del plantel, para después divulgarlo en su colonia y, por qué no, en un medio de comunicación masivo como el radio o la televisión (fig. 2.80).



Figura 2.80. Para dar a conocer su proyecto utilicen carteles, presentaciones, videos, entrevistas, etcétera.

© Nueva México

El uso de material electrónico obtenido en Internet puede ser de gran ayuda, siempre y cuando mantengan una postura muy rígida, sobre todo al momento de obtener información de fuentes confiables.

Si les es posible, graben con una cámara de video o tomen fotografías durante el evento. Recaben las impresiones de algunos de los asistentes, ya sea mediante un libro de visitas o entrevistas planeadas en la etapa 1 de la realización del proyecto.

Dentro del equipo, practiquen la presentación del proyecto, para acordar cuál será el papel de cada uno durante la exposición. Estén receptivos a los comentarios sobre su exposición y hagan de igual manera comentarios a sus compañeros, siempre de manera respetuosa.

Elaboren un minicuestionario para repartirlo al final a la audiencia, y así saber si la información dada fue de utilidad.

### Etapa 4: Evaluación

En esta etapa vas a evaluar todo el trabajo, primero de manera individual y después según el desempeño del equipo. Tanto de manera individual como en equipo tengan en cuenta los diversos criterios de evaluación expuestos en el bloque 1 y aplíquenlos. Es importante que para responder sean claros y honestos; esta sección sirve para que asuman sus errores, reflexionen acerca de su actitud, e identifiquen qué características favorecen el trabajo en equipo.

- Como equipo, ¿cumplieron con sus objetivos? ¿Están satisfechos con los resultados? ¿Cómo eligieron el proyecto?
- ¿Qué aprendieron? ¿Qué les faltó? ¿Qué habilidades desarrollaron? ¿Qué actitudes fortalecieron?
- ¿Aplicaron los conocimientos del bloque? ¿Sí, no, por qué?
- ¿Piensan que lograron su objetivo?
- ¿Cómo se organizaron y cómo se sintieron trabajando en equipo? ¿Cuáles fueron las principales dificultades y logros?
- ¿Qué habilidades y actitudes desarrollaron o fortalecieron?
- ¿Cómo podrían mejorar en su siguiente proyecto? ¿Qué podrían sugerir a otros integrantes de su equipo?

Ahora reúnanse en equipo y revisen el cuestionario que repartieron al final de su presentación. Evalúen qué críticas constructivas les hicieron, para mejorar su desempeño futuro.

Compartan su experiencia de evaluación con el grupo. Escuchen la experiencia de los demás alumnos y también la de su maestro (fig. 2.81).

Hagan acuerdos y compromisos para que su siguiente experiencia en la realización de proyectos sea más exitosa.



Figura 2.81. Además de la autoevaluación, la guía del profesor es esencial al momento de evaluar el desempeño del equipo.

© Nueva México

# Evaluación del bloque 2

Lee el siguiente reactivo y registra las respuestas en tu cuaderno.

## Osteoporosis



Dentro de las enfermedades que afectan la salud a medida que el cuerpo envejece, están aquellas que se distinguen por generarse a partir de la deficiencia de algunas sustancias.

La osteoporosis es una enfermedad producto de estos procesos de envejecimiento. Se distingue a partir de una deficiencia mineral en los huesos, lo que provoca que estos pierdan su fuerza y reduzcan su grosor. La principal causa de ello es la disminución en la capacidad de absorción de calcio. Esto vuelve quebradizos y susceptibles de fracturas a los huesos, además de ser causa de anemias o ceguera. La deficiencia de calcio y vitamina D por malnutrición, así como el consumo excesivo de alcohol, cafeína y tabaco, además del sedentarismo, incrementan el riesgo de padecer osteoporosis.

La principal fuente de calcio para los niños es la leche materna, la que posteriormente se sustituye por fórmulas lácteas y después por leche de vaca. A medida que crecemos, la concentración de calcio de los huesos disminuye si no es ingerido con regularidad. Otros alimentos vegetales como el brócoli, la col, la coliflor, la mostaza y el nabo son buenas fuentes de calcio y vitamina D. El salmón, las sardinas, las nueces y semillas también favorecen el aumento de calcio en el cuerpo.

1. ¿Qué tipo de material es el calcio?

- A Una mezcla
- B Un elemento
- C Un compuesto
- D Algo heterogéneo

2. Se tiene una mezcla de calcio en polvo y otra de vitamina D en suspensión. Si se prepara una mezcla con ambas sustancias de forma tal que no distingamos una de la otra, ¿de qué tipo de mezcla se trata?

3. Las vitaminas A, D, E y K son liposolubles. ¿Qué significa esto?

© Nueva México

Lee el siguiente reactivo y registra las respuestas en tu cuaderno.

## La metalurgia

La industria de la metalurgia es una de las más importantes para el hombre desde tiempos remotos. Se encarga de la extracción de metales a partir de fuentes naturales como minerales, que a su vez son extraídos de minas que se hallan sobre o dentro de la corteza terrestre. Entre los metales extraídos y de gran uso se encuentra la plata. La plata es un elemento químico. Su nombre original en latín es *argentum*, que significa blanco o brillante. En la Naturaleza se encuentra como parte de diferentes metales, aunque también se le halla en estado puro. Suele ser un subproducto de la extracción de cobre, zinc, oro y plomo.



En el México prehispánico la plata se consideraba un material muy preciado, sobre todo en algunas regiones hoy pertenecientes a los estados de Guerrero y Oaxaca. En la actualidad se le sigue considerando un metal valioso. La plata se combina con otros elementos para producir nuevos materiales: las amalgamas de plata-mercurio eran muy utilizadas por los dentistas para cubrir muelas cariadas; en la actualidad esa práctica cayó en desuso debido a que el mercurio es sumamente tóxico, aun en bajas concentraciones.

1. Si la mezcla plata-mercurio da como resultado un producto nuevo, homogéneo y de carácter metálico, ¿cómo llamamos a este tipo de compuestos?

- A Suspensión
- B Mezcla homogénea
- C Aleación
- D Mezcla pura

2. ¿Qué método permitiría separar la plata de otros materiales cuyo punto de fusión es más elevado?

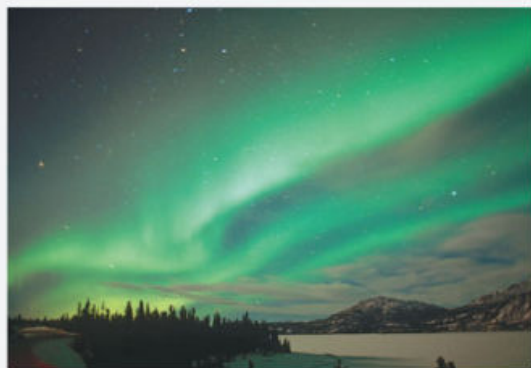
- A Filtración
- B Destilación
- C Fundición
- D Decantación

3. La plata es usada como componente de algunas baterías. Explica qué características tiene para poder conducir la electricidad.

© Nueva México

Lee el siguiente reactivo y registra las respuestas en tu cuaderno.

### La aurora boreal



Los colores de una aurora boreal son impresionantes. Van del rojo, morado, azul y amarillo al blanco. Las auroras boreales son provocadas por los vientos solares, que son un flujo de electrones y protones provenientes del Sol. Estas partículas con alta energía y carga eléctrica son atrapadas por el campo magnético de la Tierra y penetran en la ionosfera terrestre, que se ubica

más allá de los 60 km de altitud. Ahí chocan con las partículas de algunos elementos, como el oxígeno y el nitrógeno, y les transfieren energía. Los electrones de los átomos de oxígeno y nitrógeno, al recibir esta energía, se excitan y ocupan orbitales de mayor energía; cuando regresan a su orbital de origen, emiten luces de colores.

Por lo general, las auroras boreales se ven en el polo sur y en el polo norte, porque ahí se percibe con mayor intensidad el campo magnético de la Tierra.

Muchas personas piensan que los colores de las auroras boreales son el reflejo de los bloques de hielo.

1. ¿Cuál es la relación entre una aurora boreal y la estructura de un átomo?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
2. ¿Cuál de las características de una aurora boreal indica que es causada por los vientos solares y no por la reflexión del hielo polar?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
3. Dibuja en tu cuaderno los electrones de valencia del oxígeno y del nitrógeno. Después representa cómo es que los electrones ocupan orbitales de mayor energía.

© Nueva México

Lee el siguiente reactivo y registra las respuestas en tu cuaderno.

### Los químicos forenses

La química forense es la rama de la química encargada del análisis de evidencias de crímenes mediante muestras de cabello, restos de pintura, fragmentos de vidrio, manchas de sangre, fibras textiles, etc. Mediante el análisis de estas evidencias, se puede esclarecer un crimen.

Una de las primeras investigaciones en química forense la realizó Alexandre Lacassagne, en Francia, en 1889, quien logró identificar el cuerpo de una persona por medio del análisis de su cabello: la persona desaparecida tenía el cabello de color café, mientras el cuerpo encontrado lo tenía negro.

Cuando un cuerpo permanece en un ataúd, el color del cabello cambia, por lo que Alexandre Lacassagne lavó el pelo muchas veces hasta encontrar que el color original del cabello era café. Después lo mandó analizar para descubrir si el cabello era teñido: el cabello teñido tiene un color uniforme, no así el de color natural; además, los cabellos no se tiñen cerca de la raíz, les falta brillo y su aspecto es más quebradizo. Por último, comparó el grosor del pelo del cadáver con el del hombre perdido (extraído de su cepillo). El resultado de la prueba fue negativo.



En la actualidad la química forense emplea las técnicas de análisis más elaboradas, que incluyen la identificación y clasificación de huellas digitales, el análisis de drogas, sangre, pelo, suelo, basura, documentos y, recientemente, cromosomas.

1. Según el texto, ¿de qué color era el cabello del cuerpo que encontraron?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
2. De acuerdo con tus conocimientos adquiridos en el bloque, ¿cuál es la biomolécula que se encuentra en el cabello?  
  - A Proteína
  - B Grasas
  - C Vitaminas
  - D Carbohidratos
3. ¿Qué consideras que es más fácil encontrar, el tinte o la biomolécula en un cabello teñido? ¿Por qué?  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

© Nueva México

## La transformación de los materiales: la reacción química

A diferencia de los fenómenos físicos, los fenómenos químicos manifiestan un cambio en las propiedades y composición de las sustancias implicadas y dan como resultado otras sustancias, distintas en todas sus propiedades a aquellas que les dieron origen. Podemos decir que los fenómenos que producen un cambio en la composición de las sustancias durante una transformación se conocen como fenómenos químicos.

Este bloque está dedicado a esos cambios químicos que se llevan a cabo mediante reacciones químicas, con la consecuente formación de los distintos tipos de enlaces que mantienen unidos a los nuevos compuestos.

### 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.

© Nueva México



En la Naturaleza se llevan a cabo constantes reacciones químicas; en el laboratorio, estas pueden reproducirse y estudiarse.

- 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.

© Nueva México

- 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.

# Identificación de cambios químicos y el lenguaje de la química

## Inicio

## 1.1 Manifestaciones y representación de reacciones químicas (ecuación química)

Tal vez habrás notado lo que sucede cuando la fruta se madura o cuando se tuesta un trozo de pan: las frutas van cambiando de color y olor al madurar (fig. 3.1) y el trozo de pan, blando y de color claro, se convierte en algo crujiente y oscuro al tostarse. Se trata de ejemplos en los que puedes observar cambios de olor, color y apariencia, características que diferencian a la sustancia en su estado inicial de la nueva sustancia que es producto de las transformaciones.

Reflexiona:

- Cuando combinas sal con arena, ¿obienes una nueva sustancia? ¿Por qué?
- ¿Qué sucede cuando pones en contacto un trozo de papel con fuego?
- ¿Por qué que al prender fuego a un papel se genera calor y luz?

## Desarrollo



Figura 3.1. La maduración de la fruta es una consecuencia de la modificación de las sustancias que la componen.

En este punto comenzaremos a indagar cómo se formaron las sustancias que conoces y con las que estás en contacto cotidianamente; qué procesos están implicados en esta formación y, finalmente, cómo puedes identificar, describir y representar esos procesos.

Todo aquello que implica un cambio, ya sea en las propiedades físicas o químicas de una sustancia, o en un conjunto de sustancias, se conoce como **fenómeno**. En tu curso de física, tuviste la oportunidad de conocer y estudiar los fenómenos físicos.

A diferencia de los fenómenos físicos, los fenómenos químicos manifiestan un cambio en las propiedades y composición de las sustancias implicadas y dan como resultado otras sustancias, distintas en todas sus propiedades a aquellas que les dieron origen. En el ejemplo del proceso de maduración de la fruta, se da un cambio en ciertos compuestos contenidos en la fruta, lo que genera compuestos distintos.

De esta manera podemos decir que los fenómenos que producen un cambio en la composición de las sustancias durante una transformación se conocen como **fenómenos químicos**.

Otro ejemplo de fenómeno químico se puede observar si realizas lo siguiente: en un vaso de vidrio exprime el jugo de un limón; en seguida añade un poco de bicarbonato de sodio, de inmediato observarás la formación de espuma.

© Nueva México

La espuma que observas dentro del vaso se conoce como **efervescencia**, y es provocada por un gas, el dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ). En este caso, el  $\text{CO}_2$  se genera cuando se combinan el ácido cítrico, presente en el jugo de limón, y el bicarbonato de sodio. Además de  $\text{CO}_2$  se generan agua y una sal de sodio (fig. 3.2).

La acción de mezclar jugo de limón con bicarbonato es química pura. Mediante la combinación de los compuestos contenidos en el jugo de limón y el bicarbonato de sodio se genera otra sustancia. Al llevar a cabo esta actividad tan sencilla realizas cambios en la composición y estructura de dos sustancias que se transforman en otras completamente diferentes.

Si recuerdas la definición de química como *la ciencia que estudia las transformaciones en la composición y estructura de la materia*, es fácil deducir que cualquier forma de materia puede sufrir transformaciones o fenómenos químicos, incluyendo las sustancias que están cotidianamente en contacto contigo e incluso tú mismo.

### Un gran laboratorio químico te rodea

El mundo tal como lo conoces y percibes, es una especie de laboratorio enorme donde constantemente se llevan a cabo transformaciones, tanto químicas como físicas. Entre tantos fenómenos que tienen lugar en tu entorno, consciente o inconscientemente estás en contacto, y en algunas ocasiones eres parte de ellos.

Es muy común que no se relacionen las vivencias con las transformaciones que ocurren en las sustancias que nos rodean o en nuestro propio cuerpo, ni que veamos la química como un actor principal de nuestra vida diaria. Tal vez por eso, a pesar de la infinidad de transformaciones que ocurren a tu alrededor, si alguien te pide que menciones una transformación química, puede resultarte difícil identificar y etiquetar alguna de las muchas que presencias cotidianamente.

Piensa ahora en lo que pasa al poner a cocer un par de huevos de cascarón blanco. Por la acción del calor sobre el agua y los huevos puede observarse que se desprende una gran cantidad de gas o vapor del recipiente en el que se están cocinando, el cual estará muy caliente, y hasta este momento podrías pensar que no hay cambio aparente en los objetos blancos dentro del recipiente. Cuando el agua esté tibia o fría podrás sacar los huevos del recipiente, remover la cáscara y consumirlos como más te gusten.

Es probable que en el ejercicio de imaginación de cocer huevos pases por alto que la consistencia de los huevos cocidos, también llamados "huevos duros", en definitiva es muy diferente de la que tenían cuando estaban crudos (fig. 3.3). Sin embargo, si analizas en el proceso de cocción el cambio de color y la consistencia de las claras —que pasaron de transparentes y gelatinosas a blancas y sólidas— y de las yemas —que cambiaron de color amarillo intenso y consistencia líquida viscosa a un tono amarillo opaco y a una forma esférica sólida—, puedes asegurar que cocer huevos significa realizar un fenómeno químico.

© Nueva México

## Glosario

**efervescencia.** Desprendimiento de burbujas gaseosas a través de un líquido.



Figura 3.2 Ejemplo de fenómeno químico en el que se produce efervescencia por generación de dióxido de carbono.



Figura 3.3 El cambio de color de cualquier sustancia permite identificar la presencia de un fenómeno químico.



**Figura 3.4.** El queso se obtiene a partir de la coagulación y precipitación de los compuestos de la leche.

Un factor importante que permite identificar rápidamente una transformación química es un **cambio de color** en las sustancias. En el caso del jugo de limón y el bicarbonato, el factor que permite identificar el cambio químico es la **efervescencia**.

Otros factores que sugieren un proceso químico son la **precipitación** y la **emisión de luz o calor** (fig. 3.4). La primera consiste en obtener aglomerados de partículas lo suficientemente grandes para ser notorios como consecuencia de un cambio químico, y se presenta cuando estos aglomerados se generan dentro de un líquido. Estos conjuntos de partículas son tan pesados que se depositan o "precipitan" en el fondo de los recipientes que los contienen.

Un ejemplo de este tipo de cambio es la coagulación de la leche cuando se produce queso; al agregar a la leche un tipo de **cuajo** se desencadena un cambio químico; se dice entonces que la leche "se corta". La leche cambia de aspecto, tanto físico como químico, así como de propiedades y composición. Una vez efectuado el proceso se observa la formación de pequeñas bolitas de lo que parece ser una masa de color blanco, parecida a la nata; estas bolitas se separan del suero de la leche y muchas veces se acumulan en el fondo de los recipientes.

Para el caso de la emisión de luz o calor los ejemplos son aún más sencillos de identificar. Uno muy importante para la vida en la Tierra es el Sol, fuente de luz y calor que provee a nuestro planeta de la energía necesaria para realizar millones de transformaciones tanto físicas como químicas. El Sol genera luz y calor a partir de cambios en la composición de las sustancias que lo conforman, principalmente hidrógeno, el primer elemento de la tabla periódica, que se transforma en helio, segundo elemento de la tabla periódica. Este proceso genera tanta energía que es suficiente para ser observada en forma de luz y percibida en forma de calor.

Los incendios de bosques, que algunas veces abarcan grandes extensiones de terreno y resultan difíciles de controlar y apagar, también son ejemplos de emisiones de luz y calor. En estas catástrofes ecológicas podemos apreciar de forma muy evidente los cambios en las propiedades de la materia (plantas, suelo, madera, etcétera): color, forma, olor; así como la emisión de grandes cantidades de energía en forma de luz y calor (fig. 3.5).

Como hemos visto, la temperatura tiene un papel sobresaliente cuando se trata de desencadenar procesos químicos. Pero la presión, el volumen y otros factores también pueden tener mucha importancia. Un ejemplo sencillo pero muy ilustrativo del efecto de la presión en un cambio químico es la formación de diamantes a partir del grafito. Los diamantes, que han sido muy buscados y distribuidos como piedras preciosas, más allá de su valor comercial, son una sustancia peculiar, ya que se forman a partir de modificaciones en la estructura del grafito.

## Glosario

**cuajo.** Es una sustancia fermentada de origen animal o vegetal que sirve para coagular la leche, proceso necesario en la elaboración de derivados de la leche, como el queso.



**Figura 3.5.** Los incendios forestales emiten grandes cantidades de luz y calor. Son un ejemplo de muchas transformaciones químicas que ocurren al mismo tiempo.

El grafito es una sustancia compuesta únicamente por átomos de carbono (esto significa que el diamante también está hecho exclusivamente de átomos de carbono) y es muy utilizado en la fabricación de lápices, aunque tiene otros usos en ingeniería automotriz y en reactores nucleares. El grafito es ese material oscuro de los lápices que te permite escribir letras, números, figuras y todo cuanto te imagines; además, un lápiz es barato. El diamante en cambio es costosísimo. ¿Cómo pasamos de un material oscuro y quebradizo (grafito) a uno casi transparente y sumamente duro (diamante)? (Fig. 3.6).

Los diamantes naturales son la consecuencia del efecto de la presión de la superficie terrestre sobre porciones de grafito localizadas a grandes profundidades, donde se ejercen sobre los minerales condiciones de presión y temperatura extremas. Las minas de diamantes son el resultado de erupciones volcánicas que han acercado los diamantes a la superficie del planeta. Existe también la producción de diamantes sintéticos, que se logra aplicando presión y temperatura altísimas a cantidades de grafito, tal como ocurre de forma natural en el manto terrestre. La próxima vez que utilices un lápiz o veas trozos de carbón piensa que podrían llegar a ser un bello y costoso material.

Si pudieras observar, medir y controlar todas las condiciones externas involucradas en un fenómeno químico, identificarías con más facilidad estas variaciones de volumen, temperatura, color, olor, aspecto, etcétera, que muchas veces son difíciles de distinguir. Y así poco a poco comenzarías a describir y conocer tu entorno, nuestro mundo, desde un punto de vista más químico.



**Figura 3.6.** El grafito de los lápices, los diamantes y el carbón están compuestos de átomos de carbono.

## Actividad experimental

**Problema.** Existen manifestaciones de cambios químicos ocurridos en distintos materiales. ¿Estas serán distinguibles de las que suceden con cambios físicos?

**Hipótesis.** Si se presentan cambios visibles entonces existirán transformaciones químicas en los experimentos.

**Objetivo.** Detectar las manifestaciones de cambios químicos y poder diferenciarlas de las que son cambios físicos.

**Materiales.** Cuatro frascos transparentes de vidrio, agua, vinagre, dos clavos y dos huesos de pollo, crudos y pequeños.

### Procedimiento

Organizados en equipos, llenen dos vasos con agua y dos con vinagre; coloquen un clavo en un frasco con agua y otro en un frasco con vinagre; hagan lo mismo con los huesos de pollo en los frascos restantes. Dejen reposar durante un par de días. Retiren los clavos y los huesos. ¿Qué ha sucedido? ¿Hubo cambios visibles en los clavos y en los huesos? ¿De qué naturaleza?

**Resultados.** Discutan sus resultados. ¿Cómo los interpretan? Soliciten la ayuda del profesor para tener una mejor descripción de los fenómenos observados.

## Ciencia a la mano

Actualmente sabemos que los diamantes están hechos de carbono gracias a que Humphry Davy lo comprobó en 1813. Con ayuda de una lente para concentrar los rayos solares en un diamante demostró que el producto de la combustión era dióxido de carbono o  $\text{CO}_2$ . Davy realizó esta prueba en una atmósfera de oxígeno; después demostró que en una atmósfera sin oxígeno, en las mismas condiciones de calor solar, el diamante se convierte en i grafito!

### Conclusiones

Para escribir una conclusión revisen la hipótesis que escribieron al inicio del experimento y los resultados obtenidos. ¿Se cumple la hipótesis? ¿Qué características de estas sustancias cambiaron (color, olor, forma, apariencia, etcétera)?

Con los nuevos conocimientos adquiridos ¿podrían diferenciar y afirmar que los cambios observados son fenómenos químicos? Argumenten su respuesta. Con ayuda del profesor, obtengan una conclusión grupal, anótenla en el pizarrón y escribanla en su cuaderno.

### La reacción química

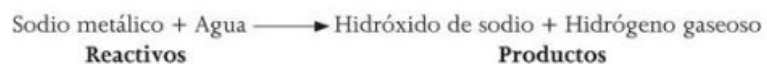
Es momento de que conozcas el lenguaje que se utiliza en química para describir todas las transformaciones de las que has estado leyendo. Primero les pondremos nombre: de ahora en adelante las llamaremos **reacciones químicas**. Una reacción química es un proceso en el que una o más sustancias modifican sus características y propiedades químicas para formar una o más sustancias distintas de las que les dieron origen. A la sustancia o sustancias que llevan a cabo el proceso de transformación se les denomina **reactivos**; a las sustancias que resultan del proceso se les denomina **productos**.

Cuando los reactivos entran en contacto, se dice que están reaccionando, es decir, interactúan entre sí de tal forma que modifican sus propiedades químicas. Al reaccionar, lo que se pone en contacto son las partículas (que pueden ser átomos, moléculas y/o iones atómicos o moleculares) de estos reactivos.

Dichas partículas, por efecto de cambios de energía, están en continuo movimiento, incluso en el estado sólido, y al encontrarse unas con otras chocan generando una ruptura de sus enlaces y la formación de los mismos para construir nuevas partículas: los productos. Si este fenómeno que se produce a escala atómica lo llevamos al mundo que percibimos, podemos ser testigos, si no de la formación de las sustancias resultantes, sí de sus efectos. Ejemplo de lo anterior es el fenómeno conocido como lluvia ácida que se presenta en las grandes ciudades con altos índices de contaminación atmosférica, como la Ciudad de México (fig. 3.7). Un efecto observable de la lluvia ácida es la corrosión que causa en las construcciones y en los monumentos elaborados con bronce.

Veamos ahora un sencillo ejemplo de reacción química que probablemente hayas presenciado en tu casa: la que se da entre el sodio (un metal alcalino) y agua. Esta reacción da como productos hidrógeno gaseoso e hidróxido de sodio, conocido también como lejía o sosa cáustica o desatapaños. Para estudiar esta reacción utilizaremos un lenguaje un poco más científico.

Esta es la representación escrita con nombres de la reacción antes mencionada:



**Figura 3.7.** La lluvia ácida es un ejemplo de reacción química que se forma cuando el agua de lluvia se combina con el óxido de nitrógeno y el óxido de azufre producto de la contaminación, convirtiendo esos gases en ácido sulfúrico y ácido nítrico que caen con la lluvia, y que al reaccionar con el bronce producen una pátina (capa de óxido de color verdoso) característica.

Como podrás identificar, primero colocamos los reactivos, seguidos por una flecha que denota la existencia de una reacción química, y a la derecha de la misma los productos. De igual forma podemos representar esta reacción utilizando los símbolos químicos de las sustancias que sean elementos químicos, o en su defecto, las fórmulas químicas de las sustancias que sean compuestos.

A la izquierda de estos símbolos o fórmulas también colocamos un número, que indica cuántos átomos o moléculas del compuesto participan en la reacción. Y a la derecha de los símbolos o fórmulas irá una letra entre paréntesis que representa el *estado de agregación* en que se encuentra cada sustancia: líquido (l), sólido (s), gaseoso (g) o incluso si está en una disolución acuosa (ac). Así, reescribimos la reacción anterior de la siguiente forma:



Símbolo químico para representar el sodio en la tabla periódica. (Se indica en estado sólido.)	Fórmula química para representar el agua. (En estado líquido.)	Fórmula química para representar el hidróxido de sodio. (En disolución acuosa.)	Fórmula química para representar el hidrógeno. (En estado gaseoso.)
--	--	---	---

Esta representación de una reacción química recibe el nombre de **ecuación química**, en la cual se utilizan símbolos y fórmulas para mostrar lo que sucede durante la reacción. A modo de desglose, describiremos cada una de sus partes.

Como mencionamos antes, los reactivos se colocan a la izquierda de la flecha, por tanto los productos irán del lado derecho. Los signos “+” pueden interpretarse como “reacciona con” en el caso de los reactivos; en el caso de productos, podemos darle una interpretación de conjunción aditiva (“y”). La flecha, conocida como *flecha de reacción*, nos indica hacia dónde se lleva a cabo la reacción y se interpreta como “para producir”. Con este nuevo lenguaje, leemos la ecuación química anterior de esta manera:

“Sodio metálico reacciona con agua para producir hidróxido de sodio e hidrógeno gaseoso”.

Ahora analicemos en forma general las propiedades tanto de reactivos como de productos. Primero tenemos como reactivos el sodio metálico, un metal alcalinotérreo que en la Naturaleza se encuentra en estado sólido. Es una sustancia que debe mantenerse sumergida en aceite, ya que al contacto con la humedad del aire tiende a desencadenar una reacción muy violenta, con gran desprendimiento de **energía**.

El segundo reactivo, agua, es una sustancia que por lo general se encuentra en estado líquido, aunque en algunos sitios del planeta puede encontrarse en sus tres estados de agregación. Por lo general se trabaja con agua en estado líquido. Se trata del disolvente universal por excelencia y su manipulación no representa un riesgo.

### Conexión

Para conocer más sobre las reacciones y ecuaciones químicas en general, visita la siguiente página web:

[concurso.cnice.mec.es/  
cnice2005/35\\_las\\_reacciones\\_  
quimicas/curso/index.html](http://concurso.cnice.mec.es/cnice2005/35_las_reacciones_quimicas/curso/index.html)

(Fecha de consulta: 20 de octubre 2016.)

### Glosario

**energía.** Del griego *energeia*, actividad. Es la capacidad de un sistema para realizar trabajo.



## Glosario

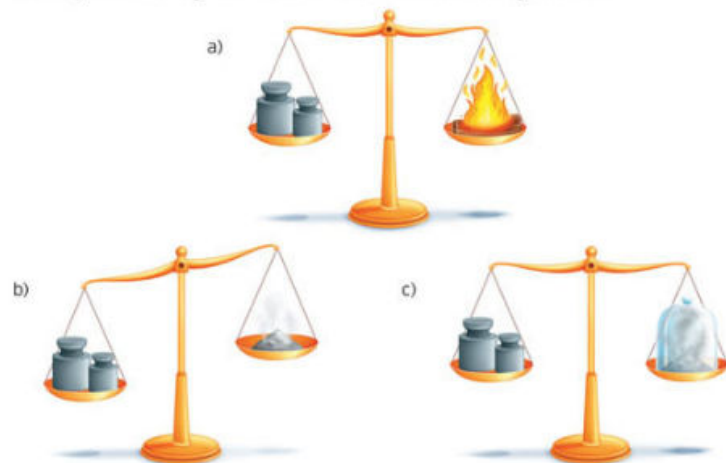
**ingesta.** Introducción en el estómago de sustancias a través de la boca.

**propano.** Compuesto que contiene átomos de carbono e hidrógeno unidos mediante enlaces sencillos. Es un gas incoloro e inodoro. Se utiliza como combustible y gas refrigerante.

Por otro lado, como producto tenemos al hidróxido de sodio, que es un sólido blanco, corrosivo y con toxicidad alta para el ser humano al contacto e **ingesta**. Se utiliza como reactivo en la fabricación de papel, jabón y tejidos diversos. El último producto es el hidrógeno, que en el ambiente es un gas diatómico (formado por dos átomos) incoloro, inodoro, insípido, no metálico y altamente inflamable.

En la anterior presentación del lenguaje empleado para escribir ecuaciones químicas, la idea principal es que en una reacción química se parte de sustancias que se combinan entre sí (reactivos) y forman sustancias nuevas (productos), con propiedades y características muy diferentes entre sí.

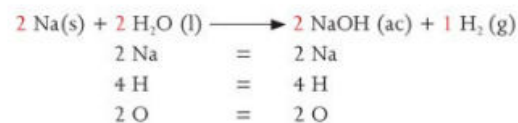
Otro aspecto importante en la escritura de las reacciones químicas es que la misma cantidad de reactivos debe ser la obtenida en productos. Para este propósito recordemos la ley de la conservación de la masa, la cual enuncia: "En toda reacción química la masa se conserva, esto es, la masa total de los reactivos es igual a la masa total de los productos" (fig. 3.8). Ya que la masa se considera **materia**, y a su vez los reactivos y los productos son materia, esta ley debe ser aplicable a todos los fenómenos químicos.



**Figura 3.8.** Aplicación de la ley de la conservación de la materia. a) Una cantidad de materia de peso conocido se quema, pasando parte de la misma a estado gaseoso. b) La materia en estado sólido que se conserva en el plato de la balanza tiene un peso menor al que tenía originalmente. c) Si confinamos el gas desprendido al quemar el material, podemos igualar los pesos originales, ya que la materia no desapareció, solo se transformó en otra forma de materia.

Como vimos líneas arriba, en la ecuación que describe la reacción de obtención de cloruro de sodio hay números a la izquierda en cada reactivo y en uno de los productos. Estos números se conocen con el nombre de **coeficientes estequiométricos**, y son una herramienta que nos permite constatar que se cumple la ley de la conservación de la masa en todas las reacciones químicas.

A continuación se muestra la ecuación química ya referida con un desglose para cada compuesto y cada elemento de esos compuestos, indicando que el número de átomos que se tiene en los reactivos para un elemento es igual al número de átomos de ese elemento en los reactivos.



© NuevaMéxico

## Energía y reacciones químicas

Cuando la materia se transforma, por lo general involucra algún tipo de energía, la cual puede ser cinética, potencial, calórica, eléctrica, térmica, mecánica, etcétera. Para mostrar esta característica, consideremos la reacción entre **propano** y oxígeno, conocida comúnmente como combustión del propano. Si esta combustión se analiza desde la ley de la conservación de la masa, veremos que se da entre una molécula de propano que reacciona con cinco moléculas de oxígeno, dando como productos tres moléculas de dióxido de carbono y cuatro de agua.

Además de estos productos se libera una gran cantidad de energía como consecuencia de la ruptura y formación de enlaces durante la reacción (fig. 3.9). Pero esa energía es tan grande que aunque se formen nuevos enlaces que consumen parte de ella, es posible percibir esta manifestación energética. Así como se muestra en este sencillo pero ilustrativo ejemplo, en todas las reacciones químicas se libera y absorbe energía, ya que la energía es una herramienta necesaria para llevar a cabo una reacción química.

Un ejemplo contrario, en el que se absorbe más energía de la que se libera, ocurre en la cocción de un pastel. En ese caso, la masa debe absorber calor del medio para transformar las sustancias de las que está constituida y así convertirse en algo completamente diferente (fig. 3.10).

A continuación desarrolla la siguiente actividad. Recuerda hacerla en equipo, para después discutir tus resultados con tu grupo y profesor.



**Figura 3.9.** La reacción de combustión del propano libera una gran cantidad de energía que se aprovecha como combustible.



**Figura 3.10.** Al hornear un pastel, la materia absorbe más energía de la que libera.

Cierre

## Actividad

Identifica en las siguientes reacciones los reactivos y productos; indica en qué estado de agregación se encuentra cada sustancia. Investiga cuántos átomos y moléculas de reactivos son necesarios para producir cuántos átomos o moléculas de productos.

Investiga sobre cada una de las reacciones y determina si se trata de un proceso químico en el que se libera o absorbe energía en forma de calor.

- Formación de cloruro de sodio (sal de mesa)



- Combustión de metano (gas natural)



- ¿En alguna de las reacciones puedes apreciar otro tipo de energía manifestada, además de energía en forma de calor?
- ¿Las ecuaciones químicas cumplen con la ley de la conservación de la materia? Explica tu respuesta.

© NuevaMéxico

## Conexión

Para saber más sobre este contenido, consulta:

Wolke, Robert. *Lo que Einstein le contó a su cocinero*. Ediciones Robinbook, S. L. Libros del Rincón. 2004.

## 2.1 La caloría como unidad de medida de la energía

Durante las vacaciones, las fiestas decembrinas y los días fríos se consumen más comidas y bebidas que en los días regulares de clases. A medida que pasa el tiempo después de esas fechas, tal vez notarás un ligero incremento en tu peso, probablemente a causa de la ingesta de los ricos postres y antojitos, y porque tu actividad física habrá disminuido durante los días festivos.

También es cierto que los alimentos procesados, dulces o salados se adquieren cada vez más fácilmente y, aunque contienen ingredientes que a la larga pueden resultar dañinos a la salud, resultan muy atractivos gracias a la intensa promoción o publicidad, pero son un factor importante del aumento de la obesidad infantil y juvenil. Una dieta moderada y equilibrada y ejercicio diario son indispensables para mantener la salud integral de tu cuerpo y el peso apropiado para tu edad y estatura (fig. 3.11).

La dieta correcta, es decir, los alimentos que debes comer deben ser suficientes y adecuados para tu edad, sexo y estilo de vida. Las personas como tú, en crecimiento y con mucha actividad requieren una mayor cantidad de alimentos que proporcionen energía.

Reflexiona:

- 100 gramos de chocolate equivalen en energía a poco más de un kilo de zanahorias. ¿Por qué?
- ¿Qué desayuno te dará más energía: tres quesadillas con un vaso de atole o un jugo de toronja con una manzana?
- ¿Qué pasará si consumes grandes cantidades de refrescos embotellados al día?



Figura 3.11. La buena nutrición y el ejercicio físico son esenciales para la salud integral.

Así como el ser humano necesita de agua para mantenerse hidratado y no morir, otra de sus necesidades esenciales es la alimentación. Cualquier ser vivo requiere de una ingesta continua y segura de alimentos para garantizar su supervivencia. Al igual que la humanidad ha evolucionado con el tiempo, sus costumbres alimenticias también han cambiado.

Respirar, moverte, pensar, hablar y todas las actividades que realizas requieren energía que obtienes de los alimentos que consumes. Dependiendo de la disponibilidad de alimentos en el entorno, será la variedad y cantidad de alimentos de los que podrás echar mano. En la actualidad el tema de la alimentación adecuada para los niños y jóvenes ha cobrado vital importancia, sobre todo ahora que la humanidad atraviesa problemas a nivel mundial íntimamente vinculados con este tema.

La alimentación no solo representa la supervivencia para los seres vivos, también es un recurso imprescindible para que lleven a cabo sus funciones fisiológicas esenciales.

Las plantas elaboran sus propios nutrimentos; en el caso de los animales, dependiendo de las actividades que llevan a cabo, cambian sus necesidades alimenticias; por ejemplo, un mono aullador, que es vegetariano y come frutos de los árboles que tiene a su alrededor, no necesitará la misma cantidad de alimento que un felino grande como las leonas, que cazan en manada, recorriendo grandes distancias detrás de sus víctimas.

### La alimentación humana

A todo el proceso que involucra la producción y adquisición de alimentos hasta el momento de su ingesta, misma que se realiza de forma consciente, voluntaria y educable, es decir que acontece a partir de procesos repetitivos y aprendidos del entorno, se le conoce como alimentación humana.

Los nutrimentos contenidos en los alimentos que consumes se reflejan en tu crecimiento y en la asimilación de la energía necesaria para vivir. Esta energía se utiliza en todos los procesos internos que realizan las células para asegurar la supervivencia. De esta manera funcionan todos los órganos del cuerpo: corazón, pulmones, riñones, hígado; se reparan tejidos, etcétera.

La energía asociada a los alimentos se clasifica como energía calorífica. Para medirla, existe una unidad de energía llamada **caloría**, que se define como la cantidad de energía necesaria para elevar la temperatura de un gramo de agua un grado Celsius, de 14.5 a 15.5 grados Celsius. Esta definición de unidad de medida llamada caloría fue publicada en 1824 por Nicolas Clément.

Al igual que con otras unidades de energía, masa, volumen, etc., la caloría utiliza múltiplos y submúltiplos para expresar cantidades de calorías basadas en el sistema métrico decimal. La más común de estas expresiones de cantidad de calorías es la **kilocaloría**, que representa un múltiplo de la caloría y se simboliza como Kcal, equivalente a mil calorías.

Habrás visto que en los empaques de alimentos procesados se incluye una tabla que por lo general lleva por título "Información nutricional". En esa tabla se expresan los diferentes tipos de nutrientes que contiene el producto, así como el aporte de energía que contienen por cada cierta cantidad de alimento (fig. 3.12).

Por ejemplo, supongamos que tenemos un envase de jugo de manzana de X marca comercial; la tabla de información nutrimental nos dice que por cada 100 ml de jugo de manzana, hay un aporte de 1.9 g de azúcares, equivalentes a 180 kcal. En el ámbito de la nutrición, la caloría es llamada también caloría gramo o "caloría pequeña", y se denomina "caloría grande" a la kilocaloría.

Como estudiaste en tu curso de física, calor es una magnitud física, y es una forma de energía que se expresan en joules. Por ello, en algunas ocasiones, la cantidad de energía de estos nutrimentos también se expresa en kJ; este símbolo representa otra unidad de energía calorífica conocida como kilojoule, que en realidad es un múltiplo de la unidad base, el joule.

### Conexión



Para obtener mayor orientación sobre nutrición y una guía alimentaria te recomendamos que te informes sobre la Norma Oficial Mexicana 043.

[www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5285372&fecha=22/01/2013](http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5285372&fecha=22/01/2013)

(Fecha de consulta: 20 de octubre 2016.)

INFORMACIÓN NUTRICIONAL			
PORCIÓN: 20 g (1 cucharada de sopa)			
	Cantidad por porción		%VD(*)
Valor Energético	72 kcal=301 kJ		4
Carbohidratos	18 g		6
Proteínas	0 g		0
Grasas Totales	0 g		0
Grasas Saturadas	0 g		0
Grasas Trans	0 g		-
Fibra alimentaria	0 g		0
Sodio	2 mg		0

\* % Valores Diarios con base a una dieta de 2000 kcal u 8400 kJ. Sus valores diarios.

Figura 3.12. Es importante conocer el aporte nutrimental de los alimentos procesados y empaquetados.

Así como podemos transformar litros en centímetros cúbicos debido a equivalencias entre unidades, con la caloría y el joule podemos hacer lo mismo:

- 1 caloría equivale a 4.1868 joules
- 1 joule equivale a 0.239 cal
- 1 kcal equivale a 4.1868 kJ

### Actividad

- Investiga en la biblioteca o en alguna página web confiable, cuáles son los principales nutrimentos contenidos en los alimentos que te gusta consumir.
- Clasifica los diferentes alimentos que consumes en el día de acuerdo con la cantidad de energía que supones contienen: baja, moderada y alta. Guarda este análisis en tu libreta de apuntes, ya que lo utilizaremos en otra actividad.
- Con el profesor como moderador, compara tus resultados con el resto del grupo, de manera que todos lleguen a un acuerdo sobre la cantidad de energía que estiman contienen alimentos que hayan analizado en común.



**Figura 3.13.** El metabolismo de los niños y personas activas funciona mejor si consumen diariamente una dieta completa, equilibrada, higiénica, suficiente, variada y adecuada para su edad y estilo de vida, además de hacer ejercicio.

### La asimilación de calorías en el cuerpo y sus funciones fisiológicas

Las funciones que llevan a cabo las células, órganos y sistemas, y en general todo el cuerpo, se conocen como **metabolismo**. Estos procesos suelen ser muy complejos, tanto que existen disciplinas científicas específicamente dedicadas a su estudio. El metabolismo está asociado a todos los procesos internos de un organismo, como la reproducción, crecimiento, regeneración de tejidos, control de la temperatura corporal, etcétera.

La alimentación nos brinda lo necesario para seguir con vida, sin embargo, el cuerpo necesita más que alimentarse, necesita estar nutrido. La **nutrición** es el conjunto de procesos que comprende la digestión de los alimentos, la absorción de sus componentes, su utilización por los tejidos y la eliminación de las sustancias sobrantes. De igual forma el metabolismo está implicado en todas las actividades que realizas diariamente, como dormir, comer, correr, estudiar o saltar (fig. 3.13).

Una buena, sana y educada nutrición se vuelve fundamental para conseguir el crecimiento y óptimo desarrollo intelectual en edad temprana; una dieta adecuada a lo largo de la vida asegura la salud y la energía suficiente para que una persona tenga una actividad física vigorosa y un aprovechamiento óptimo de sus capacidades.

### Las biomoléculas y su energía calórica

A continuación clasificamos los nutrimentos de los alimentos que proporcionan más calorías tomando en cuenta el tipo de **biomoléculas** que los componen (fig. 3.14).

**Carbohidratos.** Son la fuente principal de energía para las funciones

vitales de todas las células. Están constituidos por carbono, hidrógeno y oxígeno. Se clasifican en:

- **Simples.** Son azúcares de rápida absorción, que debido a su tamaño pueden digerirse desde que tienen contacto con la saliva. Tienen un potente sabor dulce. Por ejemplo la fructuosa de las frutas y verduras.
- **Complejos.** Son de absorción más lenta, y actúan más como energía de reserva, por ejemplo el almidón que contienen las papas o el arroz.

**Lípidos.** Conocidos también como grasas, proveen casi el doble de calorías por cada gramo de alimento que los carbohidratos o proteínas. Son una gran fuente de energía para los seres vivos. Aportan entre 20 y 30% de las necesidades energéticas diarias.

**Proteínas.** Con ellas se construyen estructuras celulares, además de que llevan a cabo el metabolismo y funciones reguladoras de la célula. Sus unidades básicas son los aminoácidos.

**Ácidos nucleicos.** Son el ADN y el ARN, que guardan en sus moléculas el código genético, la información que se transmite de padres a hijos de generación en generación.

Cada alimento que consumimos tiene en menor o mayor proporción una mezcla de biomoléculas, no necesariamente todas en un mismo alimento. En general, a mayor cantidad de alimentos consumidos, mayor será la cantidad de energía obtenida, sin embargo, tu cuerpo requiere de una cantidad más o menos específica de energía para funcionar. Tanto el exceso como la falta de alimentos traen como consecuencia un desequilibrio en las funciones fisiológicas, provocando, entre otros problemas de salud, anemia, sobrepeso y obesidad, trastornos alimentarios como la anorexia y la bulimia o enfermedades como la diabetes.



**Figura 3.14.** Consumir alimentos variados es la clave de una buena nutrición.

### Actividad

#### Seguimos contando calorías

Retoma el análisis de la actividad anterior y organiza un equipo de trabajo.

Averigüen cuál es la cantidad recomendada de calorías que cada uno de ustedes debe ingerir, según su sexo, peso, talla, edad y actividad física.

Busquen información sobre la cantidad de calorías que contienen tres alimentos que todos ustedes consuman con frecuencia.

¿Por qué la cantidad de calorías recomendada es distinta para hombres y mujeres?

Con el profesor como moderador, obtengan una conclusión con todo el grupo.

Marca con una ✓ el nivel de logro que alcanzaste

#### Aprendizaje esperado

Identifico que la cantidad de energía se mide en calorías y comparo el aporte calórico de los alimentos que ingiero.

**C** Me cuesta identificar que la energía se mide en calorías y no comparo el aporte calórico de mis alimentos.

**B** Identifico que la energía se mide en calorías pero no comparo el aporte calórico de mis alimentos.

**A** Sí identifico que la energía se mide en calorías y comparo el aporte calórico de los alimentos que ingiero.

Con tu maestro resuelve los casos en que tus logros no sean los mejores.

Cierre

## 2.2 Toma de decisiones relacionada con: los alimentos y su aporte calórico

El torneo de fútbol en tu escuela está por comenzar; tú y tus compañeros dedican más tiempo al deporte y realizan entrenamientos más continuamente. En los últimos días has notado que te sientes muy cansado, sobre todo al momento de llegar a casa y tener que realizar la tarea. Comienzas a sentir fatiga y sueño durante el día, cuando antes eso no te pasaba nunca.

Todo esto te comienza a preocupar porque un día, después del entrenamiento, sientes un fuerte mareo. Te acercas a tu profesor, le comentas lo sucedido y te llevan al servicio médico. Ahí te preguntan qué comes, cuánta agua bebes, cuántas horas duermes y más cosas relativas a tus hábitos personales.

- Si tu alimentación no ha cambiado, ¿por qué ahora sientes fatiga y antes de ejercitarte tanto no te cansabas fácilmente?
- ¿Consideras que necesitarás comer más y consumir más agua cuando tengas entrenamientos? ¿Por qué?
- ¿Consideras que un atleta profesional, que entrena 8 horas al día, gasta la misma cantidad de energía que tú? ¿Por qué?



**Figura 3.15.** Las harinas, azúcares, pastas, panes y tortillas son las principales fuentes ricas en carbohidratos de las cuales el hombre puede echar mano al momento de cubrir los requerimientos nutricionales de estas biomoléculas.

### Conexión

En el siguiente enlace, encontrarás una tabla de los nutrimentos esenciales que requiere un humano, así como alimentos que los contienen.

[www.ins.gob.pe/repositorio\\_aps/0/5/fer/tab\\_cien\\_cenan/Tabla%20de%20Alimentos.pdf](http://www.ins.gob.pe/repositorio_aps/0/5/fer/tab_cien_cenan/Tabla%20de%20Alimentos.pdf)

(Fecha de consulta: 20 de octubre 2016.)

### El pan y los carbohidratos

Los alimentos se muestran en una gran variedad de colores y sabores; generalmente tienen una composición mixta porque todos están constituidos por una variada cantidad de biomoléculas. Por ejemplo, una pieza de pan blanco contiene una considerable cantidad de carbohidratos, algo de proteínas y un poco de grasa o lípidos. Aproximadamente, por cada 100 g de pan blanco se consumen: 52 g de carbohidratos, 8 g de proteínas y 1.6 g de grasa.

De este ejemplo puedes deducir que si requieres una gran aportación de carbohidratos para realizar tus actividades, o porque te indican que debes aumentar específicamente dicho nutrimento en tu organismo, comer pan sería una buena y sabrosa opción (fig. 3.15).

Ahora bien, en caso de consumir carne de pollo, de cada 100 g se obtienen 21.4 g de proteínas y 3.1 g de grasas, entre otros nutrimentos que se encuentran en menor cantidad. Así pues, tendrás un mayor aporte de proteínas en un trozo de pollo que en una pieza de pan, pero no más de las que se encuentran en un trozo de bacalao seco y salado. Veamos la composición de este: por cada 100 g de bacalao seco y salado hay aproximadamente: 62.8 g de proteínas y 2.4 g de grasa.

En este punto ya podremos imaginarnos que cuando ingerimos un trozo de pan con bacalao de la cena de navidad, estamos ingiriendo una buena cantidad de nutrientes mezclados, la proteína del bacalao y los carbohidratos del pan. Una vez dentro del cuerpo los procesos metabólicos se encargan de hacer la necesaria separación de nutrientes y la asimilación de los mismos.

© Nueva México

Para conocer el contenido nutricional que aporta un alimento en particular, se utilizan las **tablas de composición de los alimentos**, que reflejan el resultado de estudios sobre los componentes de una gran variedad de alimentos.

Estas tablas varían de región en región en cuanto al tipo de alimentos. Al leerlas, es importante que te cerciores de las unidades en que se expresa el contenido de nutrimentos y la ración o porción de alimento a que hacen referencia dichos nutrimentos.

### Cuántas biomoléculas se deben consumir

Es muy común que en las pláticas de adultos se diga que es muy importante que los niños y jóvenes en crecimiento mantengan una ingesta considerable de proteínas y vitaminas porque sus organismos requieren mucha energía.

Ahora tú ya sabes que no todos los alimentos son fuente de energía, aunque unos aportan más que otros. Sabes que, por mucho, las grasas y lípidos conforman el grupo que más calorías aporta y, por tanto, no puede decirse que “las proteínas y las vitaminas dan energía” (fig. 3.16).

Aunque no es necesario tener a la mano las tablas de composición de alimentos, o información precisa sobre el contenido nutricional de lo que comes, es importante que al momento de tomar decisiones acerca de qué alimento es mejor o más nutritivo para ti, equipares de forma aproximada cuál es la cantidad de energía o de proteínas que te aportará. Eso es fácil conociendo el tipo de biomoléculas que contienen los alimentos que consumes con mayor frecuencia para satisfacer tus necesidades corporales.

### Actividad

Retoma el análisis calórico de los alimentos que ingieres realizado recientemente en el subtema anterior.

- Con ayuda de una tabla de composición de alimento (puedes utilizar la que se sugiere en el recuadro Conexión) revisa y anota cuál es la composición de los alimentos de tu dieta.
- Procura contabilizar el total en gramos de cada biomolécula que ingieres.
- Agrupa tus resultados en una tabla donde se muestre la ingesta recomendada de energía (de 2 000 calorías según el ejemplo) y la cantidad y tipo de alimentos que satisfacen esta ingesta, así como los totales de las cantidades de cada biomolécula.
- Investiga la cantidad recomendada de biomoléculas que requiere tu cuerpo de acuerdo con tus actividades, edad y género.
- Con la guía del profesor, tú y tus compañeros del grupo analicen sus resultados.

© Nueva México



**Figura 3.16.** Para lograr un estilo de vida saludable, además de consumir una dieta apropiada, es esencial la actividad física.

## Glosario

**sedentarismo.** Estilo de vida en el que hay poca o ninguna actividad física.



Figura. 3.17 El sedentarismo y la ingesta excesiva de alimentos altamente calóricos lleva al sobrepeso y la obesidad. Es necesario hacer ejercicio.

## Yo decido

Alimentarse sanamente significa que tu nutrición se basa en comida variada y suficiente. No olvides que también es necesario hacer ejercicio.

La salud de las personas es un concepto que integra tanto el aspecto físico como el ánimo: no puede considerarse sana una persona con baja autoestima.

Por un lado, los hábitos sedentarios conjugados con una mala nutrición te pueden llevar a la obesidad. Por otro, la búsqueda de la delgadez extrema, popularizada como ejemplo de belleza en la televisión, las revistas o Internet, constituye un riesgo para tu salud.

Si tú o alguien de tu familia tienen los trastornos alimentarios llamados anorexia y bulimia, o problemas de obesidad, hay que acudir al médico. Ten en cuenta que la buena alimentación es un hábito y que no existen los remedios mágicos o productos milagro que solucionen de un día para otro una mala nutrición.

## No todos requerimos la misma cantidad de energía

Anteriormente comentamos que el metabolismo es el responsable de que todos los alimentos que ingerimos sean aprovechados para el buen funcionamiento del cuerpo. También mencionamos algunas de las consecuencias de no utilizar toda la energía consumida cuando se tiende al **sedentarismo** o cuando no se consume la energía necesaria y se tiene mucha actividad física. Ambos casos derivan en mal funcionamiento corporal, enfermedades y trastornos diversos (fig. 3.17).

Cuando el cuerpo utiliza la mínima cantidad de energía que requiere para realizar funciones esenciales que procuren la supervivencia del organismo, estamos hablando del **metabolismo basal**. Este es el gasto energético diario, es decir, lo que un cuerpo necesita diariamente para seguir funcionando.

El metabolismo basal varía de especie en especie y dentro de una especie, varía entre géneros. En el caso de la especie humana existe una ecuación que nos ayuda a conocer la cantidad de energía calórica requerida para llevar a cabo el metabolismo basal, tanto en mujeres como en hombres. Esta ecuación recibe el nombre de **ecuación de Harris-Benedict**. Está en función del peso, la altura y la edad del individuo, y se utiliza junto con otros parámetros de actividad física. La ecuación de Harris-Benedict para hombres se expresa así:

$$MB = 66.4730 + (13.7516 \times P) + (5.0033 \times A) - (6.7550 \times E)$$

En el caso de las mujeres:

$$MB = 655.0955 + (9.5634 \times P) + (1.8496 \times A) - (4.6756 \times E)$$

donde MB = metabolismo basal, P = peso, A = altura y E = edad.

Si a esto añadimos las actividades extra realizadas por el individuo, debemos multiplicar el valor del metabolismo basal por un coeficiente específico que dependerá de la dificultad y del gasto energético de la actividad, por ejemplo:

$$\begin{aligned} \text{Hombres} & \left\{ \begin{aligned} MB \times 1.60 &= \text{Actividad ligera} \\ MB \times 1.78 &= \text{Actividad moderada} \\ MB \times 2.10 &= \text{Actividad intensa} \end{aligned} \right. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Mujeres} & \left\{ \begin{aligned} MB \times 1.50 &= \text{Actividad ligera} \\ MB \times 1.64 &= \text{Actividad moderada} \\ MB \times 1.90 &= \text{Actividad intensa} \end{aligned} \right. \end{aligned}$$

donde el coeficiente específico relacionado con la actividad ligera o sedentaria se refiere a todas las actividades ligeras asociadas a una actividad física

diaria de un día normal como caminar, comer, estudiar, etc.; el nivel de actividad moderada implica un estilo de vida que incluye actividades físicas como caminar aproximadamente de 2.5 a 5 km diarios a una velocidad de 5 a 6.5 km/hora, además las actividades ligeras de la vida diaria; las intensas son aquellas que incluyen actividades físicas equivalentes a caminar más de 5 km al día a 6 km/hora aproximadamente, además de las actividades ligeras de la vida diaria.

Todos los resultados se expresan en kilocalorías/día. Con esto en mente podemos saber que un hombre que pesa 70 kilogramos, mide 160 cm y tiene 30 años requerirá 1 627 kcal para mantener su metabolismo basal:

$$MB = 66.4730 + (13.7516 \times 70) + (5.0033 \times 160) - (6.7550 \times 30) = 1627 \text{ kcal}$$

Para una mujer con esas mismas características el metabolismo basal será de 1 480.20 kcal:

$$MB = 655.0955 + (9.5634 \times 70) + (1.8496 \times 160) - (4.6756 \times 30) = 1480.20$$

Si además ambos individuos realizan actividad intensa (fig. 3.18), el metabolismo basal se modificará de la siguiente manera:

$$\text{Hombre } MB = 1627 \times 2.10 = 3416.7 \text{ kcal}$$

$$\text{Mujer } MB = 1480.2 \times 1.9 = 2812.38 \text{ kcal}$$

A medida que dediques más tiempo a estudiar y conocer las propiedades nutrimentales y calóricas de cada alimento, te irás formando un amplio criterio y con el tiempo podrías educarte en todo lo relacionado con la alimentación nutritiva y sus beneficios para el organismo.



Figura. 3.18. Toda actividad física que vaya más allá del sedentarismo, modifica los valores del metabolismo basal, incrementando los requerimientos calóricos del organismo y por tanto los requerimientos nutricionales.

## Actividad

Ahora podrás agregar más datos al análisis que realizaste sobre los alimentos que ingieres.

Con ayuda de las ecuaciones utilizadas en esta sección, realiza el cálculo de tu metabolismo basal. No olvides hacer el cálculo extra de acuerdo con el nivel de actividad física que tengas.

Con este diagnóstico diseñarás una dieta adecuada que contenga los nutrimentos necesarios, cuidando que los carbohidratos, lípidos y proteínas que consumes se encuentren en cantidades adecuadas y sean apropiadas para el nivel de desarrollo de tu cuerpo.

Comparte tus resultados con los miembros de tu familia. No olvides discutir tus dudas y resultados con tus compañeros y tu profesor.

Marca con una ✓ el nivel de logro que alcanzaste

### Aprendizaje esperado

Relaciono 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.

- |                |   |  |
|----------------|---|--|
| Nivel de logro | C | Me cuesta relacionar la cantidad de energía y no tomo decisiones sobre una dieta correcta.           |
|                | B | Puedo relacionar la cantidad de energía, pero no tomo decisiones sobre una dieta correcta.           |
|                | A | Si relaciono la cantidad de energía que requiero y tomo decisiones encaminadas a una dieta correcta. |

Con tu maestro resuelve los casos en que tus logros no sean los mejores.

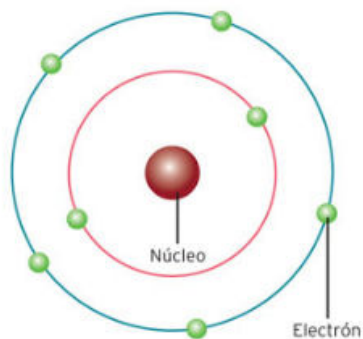
Cierre

### 3.1 Tras la pista de la estructura de los materiales: aportaciones de Lewis y Pauling

En 1911 Rutherford, con ayuda de sus estudiantes, descubrió el núcleo atómico, potenciando una revolución en el conocimiento del átomo. Esas bases ayudaron a construir el modelo atómico actual. Fue así como en medio de un mundo estropeado por la Primera Guerra Mundial, la ciencia se abría paso a través de la guerra.

Reflexiona:

- ¿Cómo se constituye el modelo atómico más aceptado por la comunidad científica?
- ¿Qué tipo de carga poseen las subpartículas que constituyen el átomo?
- ¿Por qué se dice que el átomo de cualquier elemento puro es neutro?



**Figura 3.19.** Bohr propuso, en 1913, que los electrones que determinan las propiedades químicas son los más alejados del núcleo del átomo, llamados también electrones de valencia.

#### La breve historia del átomo

Como ya hemos visto, el átomo es el objetivo principal de estudio cuando de reacciones químicas se trata, ya que es el actor principal en esta obra conocida como **reactividad**. Con el paso del tiempo el conocimiento sobre el átomo, su estructura, características y propiedades ha ido en aumento; muchas veces ha sido necesario reemplazar ideas consideradas como verdades durante largos periodos de tiempo por otras más aceptadas y sustentadas de acuerdo con los avances científicos.

Ya hemos tocado el tema de Demócrito y la primera concepción del átomo. Hemos atravesado por una larga cadena de modelos atómicos, hasta llegar a la concepción del átomo postulada por Niels Bohr (fig. 3.19). Paralelamente se estudiaba la estructura y función de cada parte del átomo para encontrar a los responsables de la reactividad química, ya que una de las mayores interrogantes era la forma en que los átomos se unían para formar moléculas.

De nuevo, esto dio pauta a una larga serie de modelos que intentarían explicar las interacciones entre átomos. Uno de los más conocidos y reconocidos es el modelo de las estructuras de Lewis, el cual manifiesta la manera en que los **electrones de valencia** se juntan, intercambian, se donan o se aceptan para que se lleven a cabo las uniones entre átomos.

El modelo se ajustó a una gran cantidad de compuestos, pero no fue posible aplicarlo en todos. Lo anterior es un ejemplo de que en la ciencia siempre es necesario seguir indagando y construyendo.

#### Glosario

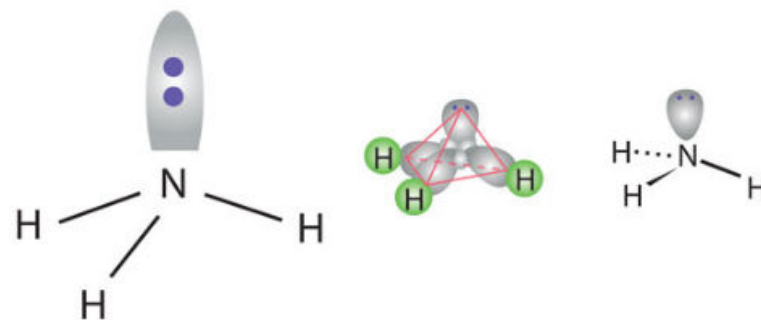
**reactividad.** La reactividad química de una sustancia se refiere a su capacidad de reaccionar en contacto con otra u otras sustancias.

#### Las moléculas y sus secretos

Como ya referimos en el bloque 2, las moléculas se valen de los enlaces químicos para existir y trascender en el tiempo. Los enlaces formados a partir de la compartición de electrones los hemos denominado **enlaces covalentes**, siendo la molécula de agua un claro ejemplo de este tipo de enlace. Asimismo, se puede construir y fomentar la existencia de atracciones electrostáticas entre átomos con tendencias a perder o ganar electrones, manteniendo aparentemente una carga eléctrica. Esto da lugar a un **enlace iónico**, que es el que mantiene unidos átomos de cloro y sodio para formar los cristales de la sal de mesa.

Cuando dos átomos interactúan de manera tal que se forma un nuevo compuesto, solo entran en contacto las regiones más externas de ambos, regiones en donde por lo general se encuentran los electrones de valencia. La idea de que los electrones se comparten implica que ambos electrones se mantienen juntos lo suficiente para interactuar, pero a la vez son atraídos electrostáticamente por cada uno de los núcleos positivos de ambos átomos.

De esta manera, siendo consistentes con el modelo de estructuras de Lewis, cada par de electrones compartidos entre dos átomos equivale a un enlace covalente, y se representa con una línea continua. A esta representación se le llama **enlace por pares de electrones**, y forma parte del marco teórico que sostiene las estructuras de Lewis (fig. 3.20). En el caso de los enlaces iónicos, los electrones no se comparten; estos se donan o se aceptan entre los átomos, dando lugar a especies químicas cargadas (átomos o moléculas).



Los pares de electrones en un átomo que no se enlazan se conocen como **pares libres**, es decir, parejas o pares de electrones de valencia que no forman algún enlace covalente con los electrones de otro átomo.

#### La importancia del modelo de Lewis

La primera aproximación al estudio de las moléculas y los enlaces que en ellas existían fue realizada por el químico y físico G. N. Lewis, quien publicó en 1916 el primer modelo que describía la distribución de los electrones alrededor del núcleo, así como la manera en que estos se combinaban con los electrones de otros átomos para formar moléculas. Este modelo es conocido con el nombre de **modelo del átomo de Lewis**.

#### Ciencia a la mano

Gilbert Newton Lewis (1875-1946) físico-químico estadounidense considerado como uno de los grandes impulsores de la química del siglo XX. En 1916 Lewis promulgó una teoría sobre determinados enlaces químicos denominados "enlaces covalentes", que se generan entre elementos no metálicos que presentan cuatro o más electrones de valencia, sin llegar a ocho. Las investigaciones de Lewis serían profundizadas y divulgadas por Irving Langmuir entre los años 1919 y 1923. Esta teoría se basaba en el ordenamiento de los electrones en torno al núcleo, Lewis propuso una simbología que permite diferenciar el kernel (corazón en alemán) región donde se ubican el núcleo del átomo y los electrones internos, de los electrones de valencia que se representan por puntos. Según Lewis, las teorías del enlace covalente para el átomo de hidrógeno eran válidas y generalizables para el resto de los átomos. Murió en 1946, en Berkeley, de un ataque al corazón cuando realizaba experimentos sobre la fluorescencia.

**Figura 3.20.** Diagrama de la estructura de Lewis para la molécula de amoníaco, donde se muestra de manera sombreada el par de electrones libres como puntos que no intervienen en ningún enlace. Las líneas sólidas representan un par de electrones compartidos entre cada átomo de hidrógeno y el átomo central de nitrógeno, que se interpretan como enlaces covalentes.

No solo el hecho de poder manifestar la unión entre átomos ha brindado al modelo de Lewis la importancia que tiene hasta nuestros días. La verdadera relevancia radica en predecir la estabilidad de las moléculas a partir de los conceptos de pares de electrones libres, enlaces covalente y iónicos, así como la multiplicidad de los tipos de enlace.

Con anterioridad hemos estudiado la **regla del octeto**, la cual, mediante una serie de pequeños acomodados estructurales en los modelos de Lewis, sugiere que si el arreglo cumple con la regla de mantener alrededor de un átomo 8 electrones, ya sean suyos o de los enlaces formados, el átomo se mantendrá estable, y por tanto, la molécula formada con otro átomo o átomos tenderá a mantener esa estabilidad. Esto sucede siempre y cuando se mantenga en lo posible el octeto en cada átomo participante.

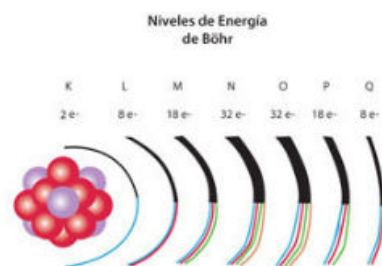


Figura 3.21. Niveles de energía y su capacidad electrónica según el modelo de Bohr.

Esta idea del octeto surgió a partir del conocimiento del arreglo electrónico de los gases nobles, ya que según el modelo de Bohr, todos coincidían en mantener su último nivel de energía completo, ya fuera con 2, 8, 18 o 32 electrones (fig. 3.21).

A continuación se enlistan las características más sobresalientes del modelo de Lewis:

1. Cada átomo posee una parte interna esencial que no se altera a través de los procesos químicos, llamada kernel. Este **kernel** se forma a partir de los núcleos con carga positiva y los electrones más internos y cercanos a este núcleo. La carga del kernel es positiva y neta y, por lo general, corresponde al número de grupo o familia en la que se encuentra el elemento.
2. Una segunda parte atómica, pero más externa, complementa al kernel. Esta parte, llamada **shell**, es equiparable a una capa de electrones externa o de valencia. En el caso de átomos neutros, esta capa externa contendrá un número de electrones suficientes para contrarrestar la carga positiva del kernel. Cuando un proceso químico se lleva a cabo entre dos átomos, esta capa de electrones es modificada para ambos átomos.
3. Las capas externas o shells de dos átomos distintos son penetrables o interpenetrables entre ellas.
4. Cuando se produce un proceso químico entre dos átomos, estos tienden a mantener un número de electrones de valencia par, por lo general de ocho electrones. Estos se acomodan en pares en cuatro lados alrededor del símbolo del elemento, como si fuera un cuadrado, en la representación gráfica del átomo.
5. El arreglo más sencillo y estable es el par de electrones del átomo de helio, que se considera están dentro de su kernel y a la vez dentro de la capa más externa, ya que solo existe una capa o nivel de energía en este átomo. El siguiente arreglo más estable es el de los ocho únicos electrones del neón, los cuales se acomodan en pares en cada uno de los lados del cuadrado.
6. Cualquier átomo que posea un número atómico menor a veinte y posea al menos tres electrones en su capa de valencia, tenderá a aceptar un número adecuado de electrones con la finalidad de completar el octeto.

© Nueva México

Para representar una molécula en los términos propuestos por Lewis, se pueden seguir una serie de instrucciones simples. Si seguimos en forma ordenada y sistemática estas instrucciones, con seguridad llegaremos a la estructura correcta. Así es que trata de no saltarte ningún paso, por trivial que te parezca.

1. Contar el número total de electrones de valencia de los átomos que componen la molécula. Este número lo podemos obtener de la tabla periódica; el número de electrones de valencia será igual al número de la familia a la que pertenecen. Ten cuidado de observar la familia con los números romanos, ese es el número que buscas.

1	2	13	14	15	16	17	18
H·							He:
Li·	·Bo·	·B·	·C·	·N·	·O·	·F·	·Ne:

2. Colocar como átomo central aquel que tiene menor electronegatividad, alrededor de este se acomodarán los otros átomos con los que se forme la molécula. Esta la entenderás una vez que estudies la siguiente sección, pero es bueno que lo vayas tomando en cuenta. La excepción a este arreglo es el hidrógeno, que siempre será un átomo periférico.
3. Conectar a cada átomo alrededor del átomo central por medio de un guion; este guion representa a dos electrones que se están compartiendo entre los dos átomos conectados, lo que se conoce como enlace simple.
4. Restar estos electrones al total obtenido en el punto 1.
5. Los electrones sobrantes deberán repartirse en pares alrededor de los átomos periféricos, de tal manera que cumplan la regla del octeto.
6. En caso de cumplirse esta regla, tendremos la estructura adecuada.

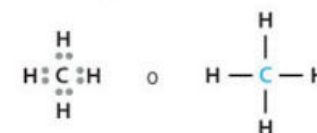
Debemos tener en cuenta que el átomo de hidrógeno es una excepción a la regla del octeto, ya que logra su máxima estabilidad con solo dos electrones.

### El modelo de Lewis aplicado en moléculas sencillas

Para aclarar este procedimiento veamos los siguientes ejemplos:

Se tiene a la molécula de metano: CH<sub>4</sub>

- Tenemos cuatro electrones de carbono más un electrón por cada hidrógeno, con un total de ocho electrones.
- El átomo central será el átomo de carbono, por lo que debemos unir los átomos de hidrógeno alrededor del átomo de carbono por medio de un guion o enlace simple.



© Nueva México

### Conexión



Para saber más sobre el tema, en la videoteca escolar puedes encontrar:

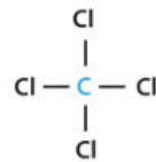
El mundo de la química. Volumen 1. El mundo de la química. VideoSEP.

- Cada guion o enlace simple representa dos electrones compartidos, por lo tanto estamos utilizando ocho electrones, que restados al total de electrones que teníamos, nos da como resultado cero electrones.
- Es importante verificar si se cumple la regla del octeto para el átomo de carbono, y como podemos observar en la imagen, sí se cumple, ya que tiene ocho electrones a su alrededor, mientras que el hidrógeno, como excepción a esta regla, tiene dos electrones a su alrededor.

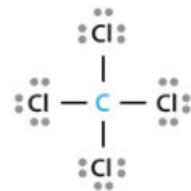
Ahora veamos otro ejemplo:

Se tiene a la molécula de tetracloruro de carbono:  $\text{CCl}_4$

- El número total de electrones se obtiene sumando cuatro electrones del carbono y siete electrones por cada uno de los átomos de cloro, con un total de 32 electrones.
- Se coloca como átomo central el C, ya que es el menos electronegativo, para después unir cada cloro alrededor del C por medio de un guion.

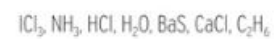


El átomo de carbono ya cumple con la regla del octeto, pues tiene a su alrededor ocho electrones, sin embargo los átomos de cloro no la cumplen. De los 32 electrones totales ya utilizamos ocho para los enlaces simples, por lo que nos quedan  $32 - 8 = 24$  electrones que deberemos repartir como pares alrededor de los átomos que aún no cumplen con el octeto y que en este caso son los átomos de cloro. A cada uno de ellos le faltan seis electrones para completar el octeto, por lo que repartimos en pares los 24 electrones restantes entre los cuatro átomos de cloro ( $24 / 4 = 6$ ), así completamos los octetos de forma exacta.



### Actividad

Representa las siguientes moléculas según el modelo de Lewis:



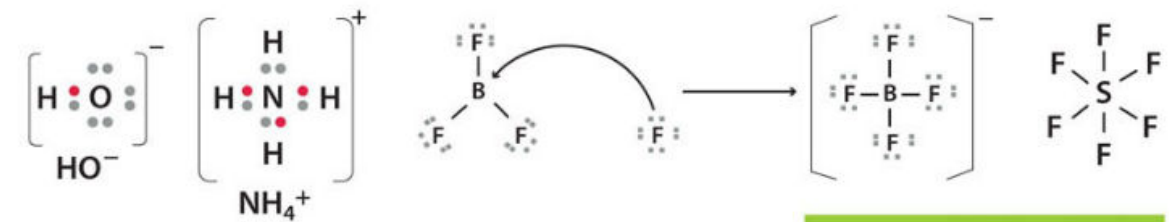
Hasta el momento ya conocemos la manera de representar moléculas simples por medio del modelo de Lewis. Sin embargo, es importante

© Nueva México

mencionar otros requisitos para representar moléculas más complejas. Podemos encontrar una variedad de iones. En estos casos será necesario sumar un electrón más a los electrones de valencia si el ion es negativo, o restarle uno si el ion es positivo.

Es importante mencionar algunas excepciones a las reglas antes expuestas:

A partir del tercer periodo de la tabla periódica los átomos pueden ampliar o extender su octeto. Las moléculas con átomos con tres electrones de valencia, como el boro, pueden no completar su octeto, pero esto las convierte en especies muy reactivas, es decir, que reaccionarán con cualquier molécula a su alcance para completar su octeto.



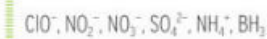
El modelo de Lewis fue un antecesor de las ideas que años después desarrollaron otros científicos como Linus Pauling. Con la aparición de la química cuántica, el siglo XX vio nacer el modelo atómico actual. A pesar de los grandes avances en la química, el modelo de Lewis todavía se enseña porque sigue siendo válido para un número pequeño pero muy simbólico de moléculas y átomos.

Además de las aportaciones de Linus Pauling con respecto a la introducción de la mecánica cuántica en la química, uno de los principales avances que realizó fue el desarrollo de un concepto llamado **electronegatividad**, que es de gran utilidad para determinar la capacidad que tiene un átomo dentro de una molécula para atraer electrones, y como la reactividad está determinada por ellos, es de gran relevancia para conocer la reactividad de estas. Este tema lo podrás estudiar en la siguiente sección y así profundizarás más en el entendimiento de las reacciones y estructura de las moléculas.

### Actividad

Investiga cuáles fueron las principales razones por las que el modelo de Lewis fue descartado, incluso poco antes del conocimiento del modelo atómico actual.

De acuerdo con el modelo atómico de Lewis realiza un esquema donde representes las siguientes moléculas. Ten en cuenta las electronegatividades del cuadro.



C = 2.5	H = 2.1	S = 2.5
N = 3.0	B = 2.0	
Cl = 3.0	O = 3.5	

© Nueva México

Marca con una ✓ el nivel de logro que alcanzaste.

#### Aprendizaje esperado

Explico la importancia del trabajo de Lewis al proponer que en el enlace químico los átomos adquieren una estructura estable.

- Nivel de logro
- C** Me cuesta explicar la importancia del trabajo de Lewis al proponer la estructura estable de los átomos.
  - B** Entiendo la importancia del trabajo de Lewis pero me cuesta explicarla.
  - A** Puedo explicar la importancia del trabajo de Lewis al proponer la estructura estable de los átomos.

Con tu maestro resuelve los casos en que tus logros no sean los mejores.

Marca con una ✓ el nivel de logro que alcanzaste.

#### Aprendizaje esperado

Argumento los aportes realizados por Pauling en el análisis y la sistematización de sus resultados al proponer la tabla de electronegatividad.

- Nivel de logro
- C** Me cuesta argumentar los aportes de Pauling al proponer la tabla de electronegatividad.
  - B** Argumento algunos de los aportes de Pauling al proponer la tabla de electronegatividad.
  - A** Sí argumento los aportes de Pauling al proponer la tabla de electronegatividad.

Con tu maestro resuelve los casos en que tus logros no sean los mejores.

Cierre



### 3.2 Uso de la tabla de electronegatividad

Linus Carl Pauling vino al mundo el 28 de febrero de 1901, siendo el hijo de un farmacéutico (fig. 3.22). Desde joven, Pauling mostró un gran interés por la ciencia y sus alcances, y a la edad de 21 años obtuvo el título de ingeniero químico.



Figura 3.22. Linus Pauling fue biólogo molecular e investigador médico.

Más tarde, en 1932, propuso y comprobó una de las propiedades de los átomos que mayor revuelo causaría en esos tiempos. Dicha propiedad relaciona la capacidad de los núcleos atómicos para atraer electrones y explica cómo esto se vincula con las razones que explican los enlaces químicos.

Reflexiona:

- ¿Qué es la electronegatividad?
- ¿Cómo se llegó a este concepto y de qué manera disponemos de ella?

#### Hablemos de afinidades

Algunas propiedades periódicas, como el radio atómico, han sido expuestas en bloques anteriores. Sin embargo, existen algunas propiedades periódicas que reflejan más allá de una característica física y muestran un valor que implica interacciones eléctricas o electrostáticas.

Ahora ya sabemos que los átomos se conforman de protones (con carga positiva), electrones (con carga negativa) y neutrones (sin carga). Entre las subpartículas de carga opuesta existen fuerzas electrostáticas de atracción, y entre aquellas que poseen carga eléctrica del mismo tipo, de repulsión. Este fenómeno dio de qué hablar, sobre todo al momento de estudiar y conocer nuevas propiedades atómicas.

Una de estas propiedades es la **afinidad electrónica**, que se define como la mínima energía necesaria para la formación de un ion negativo (**anión**) a partir de un átomo neutro en su estado fundamental. En general, los procesos de generación de iones negativos son exotérmicos, lo que quiere decir que son reacciones donde se libera energía en forma de calor. Esto se debe a que la energía es liberada cuando a un átomo neutro se le añade un electrón.

A continuación se presenta la ecuación química para lograr que un átomo de cloro gane un electrón:



La energía asociada a este proceso sería la afinidad electrónica del cloro. Al igual que la afinidad electrónica, existe otra propiedad atómica que debe su existencia a las cargas eléctricas presentes en el átomo. Se trata de la **energía de ionización**, que se define como la energía mínima necesaria para expulsar, **ionizar**, un electrón de un átomo, formando así un **catión**.

© Nueva México

A medida que aumenta la cantidad de electrones en los niveles energéticos de los átomos, también aumenta el número de posibles energías de ionización, ya que es posible expulsar cualquiera de estos electrones, incluso más de uno. Así pues, la energía de ionización de los elementos se incrementa gradualmente a lo largo de su periodo.

A los elementos con elevadas energías de ionización se les denomina no metales, mientras que aquellos con bajas energías de ionización presentan un comportamiento metálico. Los metales alcalinos y alcalinotérreos se encuentran dentro de la lista de elementos químicos más ionizables.

Existen numerosos procesos naturales donde se llevan a cabo este tipo de transformaciones. El nombre más adecuado para estos procesos de pérdidas y ganancias de electrones formando iones, es **reacciones de óxido-reducción**, o simplemente **reacciones redox**.

Por ejemplo, cuando una muestra de cloro en forma gaseosa se combina con sodio metálico, se forma el cloruro de sodio, que es un compuesto iónico formado por el catión  $\text{Na}^+$  y el anión  $\text{Cl}^-$ . En este proceso hay una migración de un electrón del sodio hacia el cloro y se forma un compuesto iónico, entonces hablamos de la energía de ionización del sodio que pierde su único electrón de valencia.

Tanto la energía de ionización como la afinidad electrónica se miden de forma experimental, siendo la segunda la que representa mayor complejidad para ser determinada. Esto debido a que a partir de cierto tipo de elementos, introducir un electrón en el átomo se vuelve una tarea difícil, no solo por el hecho de que entre mayor número de electrones existan alrededor del núcleo, menor es la atracción que siente cada uno hacia este, sino también por las repulsiones electrostáticas entre ellos.

El siguiente diagrama (fig. 3.23) muestra ambas propiedades atómicas, con otras antes vistas, en función de la periodicidad encontrada en la tabla periódica.

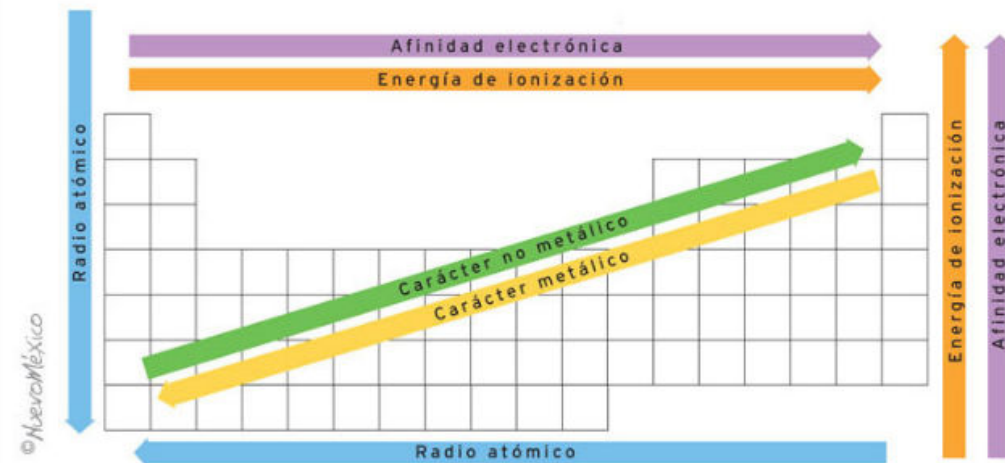


Figura 3.23. Tendencia periódica de algunas propiedades atómicas.

#### Glosario

**ionizar.** Convertir en ion un átomo o una molécula; también significa disociar una molécula en iones.

## Actividad

Por equipos, obtengan los valores reportados para afinidad electrónica, energía de ionización y radio atómico de los elementos representativos de la tabla periódica.

Para cada grupo de propiedades, organicen los datos de mayor a menor y asocien estos resultados con la posición de los elementos en la tabla periódica. Tengan en cuenta la figura 3.23.

Contesten:

- ¿Pueden encontrar algún comportamiento repetitivo o periódico en el aumento o decremento de estas propiedades?
- Describan este comportamiento para cada uno de los grupos de propiedades.
- De forma esquemática, dibujen una tabla periódica en el pizarrón donde todo el grupo pueda ayudar a verter los datos obtenidos.
- Con la ayuda de flechas indiquen el comportamiento de estos tres grupos de propiedades dentro de su esquema de tabla periódica.
- Consulten todas sus dudas y los resultados obtenidos con el profesor.

### El concepto de electronegatividad

Una de las principales contribuciones de Linus Pauling a la química se relaciona con aspectos de estructura molecular, abarcando desde las moléculas simples hasta la complejidad de las proteínas. A partir de sus estudios sobre la manera en que se unen dos especies químicas para formar un compuesto iónico y de sus investigaciones sobre el carácter parcial iónico que podría existir en los enlaces covalentes, construyó la **teoría de la valencia (positiva y negativa) dirigida**, es decir, la capacidad de un átomo para combinar-se con otros átomos a partir de fuerzas de atracción entre cargas.

Recordemos que en un enlace covalente los electrones se comparten; sin embargo, cuando los átomos que participan en el enlace no son del mismo tipo, existe la tendencia del par electrónico compartido de estar más cerca de un núcleo atómico que del otro. A este tipo de enlace se le conoce como **enlace covalente polar**, el cual da como resultado una molécula ligeramente iónica, ya que uno de los átomos queda con una carga ligeramente negativa y el otro con una positiva.

De esta forma Pauling desarrolló un concepto muy útil para entender los enlaces entre átomos y su naturaleza química. Este concepto es llamado **electronegatividad**, y se define como la fuerza de atracción que un átomo de un elemento ejerce sobre los electrones compartidos con otros átomos. Los elementos con electronegatividad alta tienen más tendencia para atraer electrones que los elementos con electronegatividad baja. Como podemos deducir ahora, la electronegatividad se relaciona con la afinidad electrónica y la energía de ionización.

La electronegatividad es un concepto relativo, ya que la electronegatividad de un elemento solo se puede determinar si se le compara con la de

otros elementos. Pauling desarrolló un método para calcular las electronegatividades relativas de la mayoría de los elementos.

Así, elaboró una escala de electronegatividades en la que el elemento con mayor electronegatividad es el flúor, al cual le asignó un valor arbitrario de 4.0. Comparado con este, el elemento menos electronegativo es el cesio, con un valor de 0.7 (fig. 3.24).

La electronegatividad se incrementa →

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
	IA	IIA	IIIB	IVB	VB	VIB	VII B	VIII B	VIII B	IB	IIB	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	VIIIA	
1	H 2.1																	He
2	Li 1.0	Be 1.5											B 2.0	C 2.5	N 3.0	O 3.5	F 4.0	Ne
3	Na 0.9	Mg 1.2											Al 1.5	Si 1.8	P 2.1	S 2.5	Cl 3.0	Ar
4	K 0.8	Ca 1.0	Sc 1.3	Ti 1.3	V 1.6	Cr 1.6	Mn 1.5	Fe 1.8	Co 1.8	Ni 1.8	Cu 1.9	Zn 1.6	Ga 1.6	Ge 1.8	As 2.0	Se 2.4	Br 2.8	Kr
5	Rb 0.8	Sr 1.0	Y 1.2	Zr 1.2	Nb 1.6	Mo 1.8	Tc 1.9	Ru 2.2	Rh 2.2	Pd 2.2	Ag 1.9	Cd 1.7	In 1.7	Sn 1.8	Sb 1.9	Te 2.1	I 2.5	Xe
6	Cs 0.7	Ba 0.9	La 1.1	Hf 1.3	Ta 1.5	W 1.7	Re 1.9	Os 2.2	Ir 2.2	Pt 2.2	Au 2.4	Hg 1.9	Tl 1.8	Pb 1.8	Bi 1.9	Po 2.0	At 2.2	Rn

Elementos de transición

Figura 3.24. Tabla de valores de electronegatividad de Pauling.

La electronegatividad relativa de los no metales es alta y la de los metales, baja. Es por esta razón que los átomos de los metales tienen una mayor tendencia a perder electrones que los átomos de los no metales, y la razón por la cual estos últimos a su vez tienen mayor tendencia a ganar electrones.

Mientras mayor sea el valor de la electronegatividad, mayor será la atracción por los electrones. En general la electronegatividad de los elementos representativos aumenta de izquierda a derecha en un periodo y disminuye hacia abajo en un grupo.

La diferencia entre los valores de electronegatividad de los átomos que forman un enlace, determina el tipo de enlace. Los átomos con grandes diferencias en valores de electronegatividad tienden a formar enlaces iónicos. Por lo general en un enlace iónico se ven involucrados átomos de elementos metálicos y no metálicos. Para poder decir que un enlace es iónico, debe existir una diferencia de al menos 2.0 unidades entre los valores de electronegatividad de los átomos.

Tomando lo anterior como referencia analicemos la molécula de cloruro de sodio, NaCl. El sodio posee un valor de 0.9, mientras que el cloro un valor de 3.0; la diferencia entre estos dos valores es igual a 2.1. De acuerdo con nuestra condición para determinar el tipo de enlace, esta diferencia corresponde a un enlace iónico, respuesta que se corrobora con las otras propiedades periódicas de este compuesto.

Por otro lado, los átomos con electronegatividades similares tienden a formar enlaces covalentes polares, en los que el núcleo de uno de los elementos atrae más al par de electrones compartido. En la mayoría de este tipo de enlaces participan átomos de elementos no metálicos. Solo en el caso en el que ambos átomos sean del mismo tipo podemos decir que sus electronegatividades son iguales y por tanto el enlace que se forma entre ellos es covalente puro o no polar.

## Actividad

De acuerdo con lo recientemente estudiado, y con información bibliográfica, define el concepto de electronegatividad y explica en tu cuaderno la diferencia entre esta propiedad y la afinidad electrónica.

Explica con tus palabras la diferencia entre un enlace covalente polar y uno no polar.

Investiga sobre tres compuestos que posean más de un enlace covalente polar y tres con más de un enlace covalente no polar.

Define la importancia que tuvo el trabajo de Lewis en el desarrollo de la definición y estructuración del concepto de electronegatividad de Pauling.

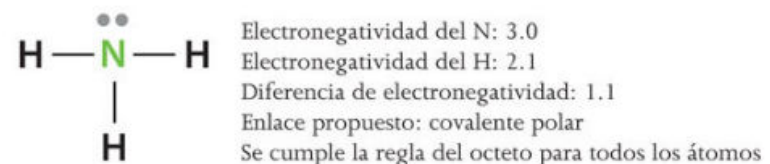
Discute tus resultados con tus compañeros de clase y con tu profesor.

### Hilando historias, estructuras de Lewis y electronegatividad de Pauling

La electronegatividad es una buena herramienta al momento de predecir comportamientos químicos, pero sobre todo, como hemos visto antes, para determinar el tipo de enlaces involucrados en la formación de un compuesto químico. Es aquí donde podemos echar mano de todo lo antes visto.

Tanto el modelo atómico como las estructuras de Lewis son de gran utilidad al momento inicial de estudiar la estructura de una molécula sencilla. Después podemos hacer uso de los valores de afinidades electrónicas o energía de ionización, pero, por mucho, es preferible trabajar con la tabla de electronegatividades de Pauling.

Veamos un ejemplo sencillo, la síntesis de trifluoruro de nitrógeno,  $\text{NF}_3$ , el cual se forma a partir de amoníaco y flúor. El amoníaco ya se ha analizado anteriormente con base en el modelo de Lewis, obteniéndose un compuesto en el que todos los enlaces formados son covalentes, y donde existe un par libre sobre el nitrógeno. La diferencia de electronegatividades entre el nitrógeno y los hidrógenos sugiere enlaces covalentes polares.



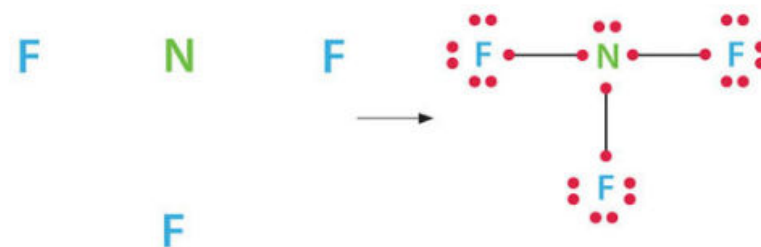
Por otro lado tenemos átomos de flúor, que se sustituirán en la molécula por los átomos de hidrógeno. Cada átomo de flúor tiene siete electrones de valencia. Un átomo de nitrógeno, de acuerdo con su familia, posee cinco electrones de valencia, de modo que tenemos lo siguiente para la molécula formada de trifluoruro de nitrógeno:

- Siete electrones de valencia por cada átomo de flúor, lo cual da un total de 21 electrones de valencia para los átomos de flúor.
- Cinco electrones de valencia por el único átomo de nitrógeno.
- En total 26 electrones de valencia que acomodar.

Debido a su electronegatividad, consideramos al átomo de nitrógeno como átomo central, alrededor del cual acomodaremos y distribuiremos los átomos de flúor. En este caso no existen muchas posibilidades, de cualquier modo quedará un triángulo formado por los átomos de flúor.

A medida que acomodamos los electrones de valencia sobre cada átomo de flúor, y el átomo de nitrógeno, podemos observar que al menos tres electrones del nitrógeno estarán compartidos, uno por cada átomo de flúor, quedando dos electrones de valencia para el nitrógeno y seis para cada flúor.

A estas alturas lo más razonable sería colocar el par libre del nitrógeno sobre este mismo, y agrupar en tres pares electrónicos libres los seis electrones de valencia que posee cada átomo de flúor. Contando el número de electrones para cada átomo nos aseguramos de seguir con la regla del octeto en cada caso (fig. 3.25).



Analizando en general las electronegatividades, nos podemos dar cuenta de que los enlaces entre el nitrógeno y el flúor son covalentes polares:

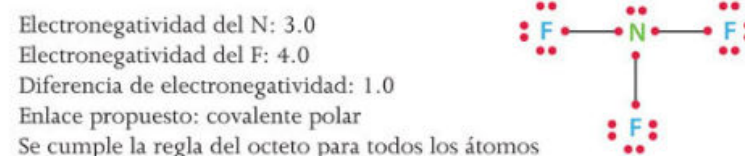


Figura 3.25. Representación esquemática de la formación de la estructura de Lewis para el trifluoruro de nitrógeno.

## Ciencia a la mano

Como ya sabes, las moléculas que cumplen con el octeto de Lewis son sumamente estables. Algunos ejemplos excepcionales de estabilidad son los compuestos del flúor. En muchos casos, esta propiedad es muy beneficiosa, como es el caso del Teflón®.

Sin embargo, existen muchos compuestos de flúor que al ser tan estables, pueden mantenerse en el ambiente durante largo tiempo sin descomponerse. Este es el caso de algunos refrigerantes, que logran alcanzar la capa de ozono, reaccionan con ella y la destruyen (no olvidemos que protege al planeta de la radiación ultravioleta).

## Actividad

Clasifica las siguientes moléculas de acuerdo con el tipo de enlace:

HCl, KF, NO y  $\text{F}_2$

A partir de la reacción de síntesis del ácido fluorhídrico, desarrolla un análisis con base en el modelo atómico y las estructuras de Lewis, así como del tipo de enlace de acuerdo con los valores de electronegatividad:



Marca con una ✓ el nivel de logro que alcanzaste.

### Aprendizaje esperado

Represento la formación de compuestos en una reacción química sencilla, a partir de la estructura de Lewis, e identifico el tipo de enlace con base en su electronegatividad.

- | Nivel de logro | Descripción   |
|----------------|---|
| C              | Me cuesta representar la formación de compuestos y no identifico el tipo de enlace según su electronegatividad. |
| B              | Represento la formación de compuestos pero no identifico el tipo de enlace según su electronegatividad.         |
| A              | Sí represento la formación de compuestos e identifico el tipo de enlace según su electronegatividad.            |

Con tu maestro resuelve los casos en que tus logros no sean los mejores.

Cierre

## Comparación y representación de escalas de medida

## Inicio

### 4.1 Escalas y representación

Presenciar la salida o puesta del Sol, aunque es algo que ocurre todos los días, puede ser un momento muy emotivo. En algún punto, desde nuestra perspectiva, parece que el Sol podría caber en nuestras manos. Mera apariencia porque la realidad es sumamente diferente: el Sol es tan grande que su diámetro es aproximadamente 109 veces el diámetro terrestre. El hecho de que se vea pequeño se debe a la distancia que hay entre el Sol y la Tierra, 149 millones 600 mil kilómetros.

Los humanos somos infinitamente pequeños con respecto al Sol, pero incluso los más bajitos en estatura resultan enormes en comparación con otros cuerpos, por ejemplo, un grano de arena; más grandes aun si comparamos las **dimensiones** humanas con el tamaño de una bacteria, que mide entre 0.5 y los 5 micrómetros, es decir, del orden de  $1 \times 10^{-6}$  metros, que es lo mismo que 0.000001 metros, y ni siquiera puede verse sin ayuda de un microscopio potente (fig. 3.26).

Reflexiona:

- Micro y nano son prefijos que se emplean en palabras como microorganismo o nanotecnología. ¿Qué prefijo se usa para indicar dimensiones muy grandes?
- ¿Con qué tipo de instrumento se mide el tamaño de las bacterias?
- Al comparar el tamaño de una bacteria con el tamaño del Sol, ¿qué unidades de medida emplearías para encontrar la diferencia de longitud?

## Desarrollo

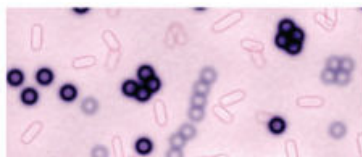


Figura 3.26. Las bacterias son aproximadamente un millón de veces más pequeñas que una persona.

#### La necesidad de medir y determinar dimensiones

El ser humano, en su afán de descubrir y describir el mundo que le rodea, se ha valido de herramientas y conceptos inventados por él mismo con la finalidad de acometer esta gran tarea. Una de las primeras y principales herramientas del hombre fue la capacidad de agrupar y posteriormente contabilizar objetos. Con el paso del tiempo, la medida, como **parámetro** de descripción, ha tomado una importancia invaluable en la vida del humano contemporáneo.

En el caso de la medición de objetos, los hay tan infinitamente grandes y tan infinitamente pequeños, que ha sido necesario establecer parámetros de medición, unidades de medida, ya sea para objetos muy grandes o muy pequeños.

Para el caso en el que los objetos son muy grandes, las dimensiones serían poco manejables; en caso contrario, existiría una considerable falta de claridad al definir las dimensiones. Es por eso que el ser humano inventó las escalas para medir todo lo que sea posible.

#### Glosario

**dimensión.** Extensión de un objeto en una dirección determinada. Cada una de las magnitudes que se emplean para definir un objeto: longitud, superficie, volumen.  
**parámetro.** Dato o medida que se tiene en cuenta para el análisis de una cuestión, objeto o estudio.

Una **escala** es la relación que existe entre la dimensión real de un objeto y la dimensión ficticia asociada a ese objeto. Las primeras escalas se desarrollaron con base en las dimensiones humanas; se medía y comparaba qué tan grande o pequeño era un objeto en relación con el cuerpo humano.

Por ejemplo, la **milla** es una antigua medida de longitud; para los antiguos romanos era equivalente a mil pasos; esta milla romana medía aproximadamente 1 480 metros, es decir, mil pasos dobles de 74 centímetros por dos, pues ellos consideraban la longitud de un paso sencillo más el paso por avanzar inmediatamente después, algo un poco complicado de calcular en comparación con el kilómetro de nuestro Sistema Métrico Decimal.

Actualmente, en el sistema inglés de unidades, existe la **pulgada**, asociada a las dimensiones de un dedo pulgar, o el **pie**, que equivale a la longitud promedio de un pie humano, y muchas otras medidas que surgieron teniendo como referencia la extensión de manos o brazos.

Por otro lado, desde hace mucho tiempo ha existido una gran fascinación por los objetos más grandes que nosotros, como las montañas o el océano, pero sobre todo, por los cuerpos celestes, los cuales no siempre se tuvieron en la concepción de objetos sumamente enormes debido a la perspectiva con que el ser humano los admiraba desde la Tierra.

Fue a partir de inventos como el telescopio que la humanidad comenzó a darse una idea más certera de las dimensiones de estos objetos y del mismo planeta Tierra.

El telescopio es un instrumento óptico que permite ver objetos lejanos con mucho más detalle que a simple vista, debido a la captación de radiación electromagnética como la luz. En ramas como la astronomía, este instrumento es pieza clave en el estudio de las propiedades y características del Universo. Gracias al telescopio, en 1609 Galileo Galilei observó la Luna con mayor precisión, y pudo darse una idea de cuán lejos se encontraba la humanidad de conocer las verdaderas dimensiones de los cuerpos celestes (fig. 3.27).

Gracias a estudiosos de los objetos celestes como Copérnico, Galileo, Kepler y otros muchos científicos, el ser humano emprendió un largo viaje, todavía inconcluso, por los misterios de un Universo en apariencia infinito que se descubre poco a poco ante el ojo y el conocimiento humanos.

#### Escala y unidad astronómica

Basta con que un objeto pueda ser observado y analizado a simple vista para ser considerado como **macroscópico**. No obstante, los cuerpos celestes y todos los objetos relacionados con el espacio poseen una escala propia, llamada **escala astronómica**. Las distancias a los planetas medidas con base en la distancia entre la Tierra y el Sol son la primera medida astronómica inventada por el ser humano.



Figura 3.27. El telescopio es una herramienta que ha facilitado la comprensión del Universo y la naturaleza de los objetos astronómicos.

## Ciencia a la mano



La escala astronómica comenzó su desarrollo en el siglo XVI, cuando Nicolás Copérnico, con la finalidad de afinar su sistema heliocéntrico, en que el Sol era el centro del Universo y los planetas y demás astros giraban en torno a él, calculó, utilizando la trigonometría, las distancias relativas entre los planetas hasta ese entonces conocidos y el Sol. Así estableció la primera escala relativa del Sistema Solar utilizando como patrón o unidad de medida la distancia entre la Tierra y el Sol.

De ese modo, la distancia entre la Tierra y el Sol sería tomada como la unidad astronómica, y aunque se desconocía su valor en unidades de longitud, podía ser tomada como patrón para determinar otras medidas astronómicas relativas a esta.

En 1672, el astrónomo francés Jean Richer viajó a Cayena, cerca del Ecuador, para medir la posición de Marte en el cielo al mismo tiempo que su equipo de trabajo hacía lo mismo en París. Con algunos cálculos, ambos equipos llegaron a la conclusión de que la distancia de la Tierra al Sol tenía un valor aproximado de 150 millones de kilómetros.

Actualmente las técnicas que utilizan radar o láser dan un valor estimado de 149 597 870 km a la distancia media entre la Tierra y el Sol, cifra que se define como **unidad astronómica (ua)**, un valor muy grande sin lugar a dudas, si tomamos en cuenta que el animal más grande actualmente sobre la Tierra es la ballena azul, con un largo máximo medido de 30 metros, lo cual es despreciable comparado con las unidades astronómicas.

### Actividad

Anota en tu cuaderno los datos de la siguiente tabla, que muestra las distancias en kilómetros de los planetas al Sol.

Realiza las conversiones de kilómetros a unidades astronómicas (ua) y anota las distancias en ua en los espacios de la tercera columna.

Planetas	Distancia al Sol (km)	Distancia al Sol (ua)
Mercurio	57 910 000	
Venus	108 200 000	
Tierra	149 597 870	
Marte	227 940 000	
Júpiter	778 330 000	
Saturno	1 429 400 000	
Urano	2 870 990 000	
Neptuno	4 504 300 000	



**Figura 3.28.** Imagen tomada con un microscopio electrónico de barrido en la que se aprecian a detalle las formas de los ácaros y los tejidos donde habitan.

### El mundo pequeño también tiene escala

Ya hemos hablado un poco sobre las unidades que utilizamos para medir el mundo macroscópico. Sin embargo, otro universo igualmente vasto y desconocido se encuentra fuera del alcance de la vista humana: el universo **microscópico**, que por su pequeño tamaño no puede ser percibido a simple vista, y comprende escalas y un infinito número de entidades con las que no estamos habituados.

En este universo microscópico podemos hallar organismos constituidos por una sola célula y también pequeños organismos pluricelulares como los ácaros (fig. 3.28), diminutos animales que viven entre las sábanas, cobijas y almohadas de nuestras camas, alimentándose de otros ácaros más pequeños o de la piel muerta que nuestros cuerpos desprenden diariamente (una prueba indirecta de su presencia son las alergias que producen en

© Nueva México

algunas personas sensibles al polvo). Con la ayuda de los microscopios ha sido posible identificarlos y estudiar sus características y comportamiento.

Aunque estos insectos y otros seres no pueden observarse sin la ayuda de artefactos científicos (microscopios) que potencian nuestros sentidos, los ácaros resultan enormes si los comparamos con la siguiente escala de magnitud en la que se encuentran los microorganismos y las células. Y así podemos seguir adentrándonos en el mundo microscópico, descubriendo que las células están compuestas de subunidades llamadas organelos, y que estos se forman de moléculas compuestas por miles de moléculas de ácidos grasos, de azúcares y de una inmensa variedad de biomoléculas que interactúan continuamente para mantener con vida a los organismos que componen.

Siguiendo este camino llegaremos a la unidad fundamental de los elementos: los átomos. Estas unidades fundamentales varían mucho de tamaño según a qué elemento químico pertenezcan, por ejemplo, el átomo de hidrógeno, que se compone de un electrón y un protón, es varias veces más pequeño que el átomo de cesio, que consta de 55 protones, 55 neutrones y 55 electrones.

En cuestión de escalas, los átomos son infinitamente pequeños; su diámetro mide algo así como la billonésima parte de un metro y su masa pesa la cuatrillonésima parte de un gramo. Considerando este tipo de dimensiones, las entidades que siguen en tamaño son los protones y los neutrones, aproximadamente 1800 veces más pequeños que estos. ¿Puedes imaginar qué tan complicado fue llegar al conocimiento de que el átomo, que significa "indivisible" cuenta a su vez con partículas subatómicas?

### Actividad

Organicen un equipo de cuatro compañeros. Observen el siguiente cuadro.

Potencia	Prefijo	Abreviatura
$10^{24}$	yocto	y
$10^{21}$	zepto	z
$10^{18}$	atto	a
$10^{15}$	femto	f
$10^{12}$	pico	p
$10^9$	nano	n
$10^6$	micro	μ
$10^3$	milli	m
$10^2$	centi	c
$10^1$	deci	d

- Investiguen en libros o en Internet hasta encontrar algunos ejemplos de objetos que se midan en las escalas que se presentan en el cuadro.
- ¿Cuántas veces más pequeños son esos objetos con respecto al metro?

Pidan a su profesor que organice al grupo de manera que cada equipo realice una presentación de resultados.

© Nueva México

## Yo decido



Si cumples con las medidas de higiene básicas: lavarte las manos antes de comer y después de ir al baño; si cepillas tus dientes después de cada comida y te bañas y cambias tu ropa interior a diario es poco probable que contraigas infecciones.

También es importante que cambies regularmente las ropas de cama, si esto no es posible, al menos decide ocuparte de sacudir enérgicamente las sábanas y cobijas antes de tender nuevamente tu cama. Esta práctica evitará que los invisibles ácaros y otros bichos aniden en el lugar donde duermes.

Cierre

Marca con una ✓ el nivel de logro que alcanzaste

### Aprendizaje esperado

Comparo la escala astronómica y la microscópica considerando la escala humana como punto de referencia.

- Nivel de logro
- C** Me cuesta comparar la escala astronómica y la microscópica con la humana.
  - B** Comparo la escala astronómica con la humana, pero no la microscópica.
  - A** Sí comparo la escala astronómica y la microscópica tomando como referencia la escala humana.

Con tu maestro resuelve los casos en que tus logros no sean los mejores.

## 4.2 Unidad de medida: mol

La diversidad de objetos en el Universo, entre los que podemos percibir fácilmente y los que no, ha sido un impulso a la curiosidad, búsqueda y representación por parte del ser humano. Como seres pensantes e investigadores, queremos conocer todo cuanto se pueda del mundo que nos rodea.

Para poder apreciar los objetos que escapan a nuestra percepción, se han creado instrumentos de observación y medición, importantes herramientas que amplían las capacidades de nuestros sentidos, particularmente el de la vista, y que nos acercan tanto al mundo microscópico como al astronómico.

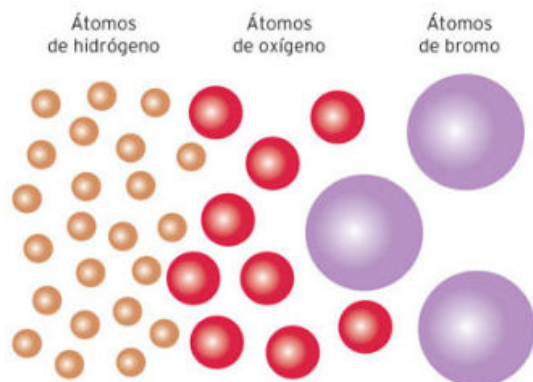
Al mismo tiempo que se inventan instrumentos de observación y medición se generan las unidades que permiten determinar acertadamente las dimensiones físicas de los cuerpos celestes y de los objetos macroscópicos y microscópicos.

Ligadas a la innovación y generación de conocimiento existen unidades que se emplean para describir las dimensiones de los objetos más grandes y más pequeños del mundo conocido. Por ejemplo, el átomo, que se define como la partícula más pequeña en que puede dividirse un elemento sin que pierda sus propiedades químicas, también puede entenderse como expresión de una porción de materia que nos ofrece una infinidad de nuevas proporciones que medir y estipular.

Reflexiona:

- ¿Podrías emplear una balanza de cocina para calcular el peso de un átomo? ¿Por qué?
- ¿Cómo se mide el tamaño (diámetro) de un átomo?
- ¿Cuáles de las subpartículas que componen un átomo puedes nombrar?

### Recordando una vieja amiga: la masa atómica



**Figura 3.29.** Dependiendo del número de subpartículas contenidas en un átomo, el tamaño y por tanto la masa de este cambiará en proporción al aumento de dichas subpartículas.

Para comenzar a hablar sobre unidades que nos permitan conocer las propiedades físicas de los átomos, es necesario recordar la información que conocemos, por ejemplo, sabemos que la masa de un átomo depende casi en su totalidad del número de protones y neutrones que contiene (fig. 3.29).

En el trabajo de laboratorio es indispensable conocer la masa de un átomo para controlar las proporciones entre átomos que se combinan, y para predecir cantidades de productos a obtener. Los átomos, lamentablemente, son extremadamente pequeños, imposibles de pesar uno por uno, pero gracias a valores experimentales y

ajustes de equivalencias, podemos deducir sus pesos. Recordemos que el **peso atómico** es el número asignado a cada elemento químico para especificar la masa promedio de sus átomos.

Iniciaremos este proceso de determinación de masas asignando un valor determinado a la masa de un átomo de un elemento químico elegido. Esto

© Nueva México

con la finalidad de tomarlo como referencia; se trata de un acuerdo similar al caso de la unidad astronómica para la cual se tomó como referencia la distancia entre la Tierra y el Sol.

En todo el mundo se ha acordado que la **masa atómica** se define como la masa de un átomo y como el número resultante de la suma de la cantidad de protones y neutrones de un solo átomo en **unidades de masa atómica (uma)** (fig. 3.30).

Cada unidad de masa atómica equivale a una masa exactamente igual a un doceavo de la masa de un átomo de carbono-12, es decir, que tiene 6 protones y 6 neutrones en su núcleo. Si cada protón o neutrón es una unidad de masa atómica, entonces en dicho átomo habrá 12 unidades de masa atómica. Al fijar esta masa como 12 uma, podemos utilizar este como el átomo de referencia para medir las masas atómicas de otros elementos.

Por otro lado, en algunos experimentos se determinó que la masa de un átomo de hidrógeno es aproximadamente 8.4% la masa de un átomo de carbono. Si la masa del carbono es 12 uma, entonces la masa del hidrógeno será 1.008 uma, lo cual corresponde con el hecho de solo encontrarse un protón en el núcleo atómico, que equivale a 1 uma. De esta misma manera se sabe que la masa del oxígeno es 16 uma y la de hierro 55.85 uma.

### El número de Avogadro y el mol

Si ya se conoce la masa de un átomo de cualquier elemento, aún es necesario encontrar un parámetro que conecte esta unidad de medida con algo que podamos determinar y manipular a gran escala. Las unidades de masa atómica constituyen una escala relativa de las masas de los elementos.

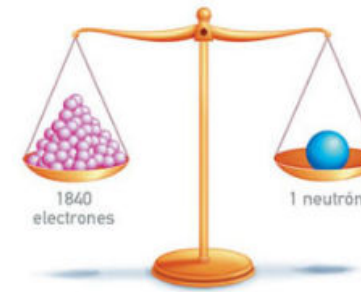
Para el manejo a escala macroscópica resulta muy conveniente utilizar una unidad de masa especial que nos permita movernos entre el mundo microscópico y el macroscópico. En la medida de lo posible esta unidad debe reflejar un conjunto de átomos determinado por un número finito y exacto.

Así como los volúmenes de gases o líquidos se miden en litros, o las masas de cuerpos macroscópicos se miden en gramos, los átomos y las moléculas se agrupan y miden en moles, siendo el **mol** la unidad de medida única.

En términos del Sistema Internacional, el mol es la cantidad de sustancia que contiene tantas entidades elementales como átomos hay en 12 gramos de carbono-12. Entiéndase por **entidades elementales** a los iones, moléculas, átomos o cualquier otro tipo de partículas.

© Nueva México

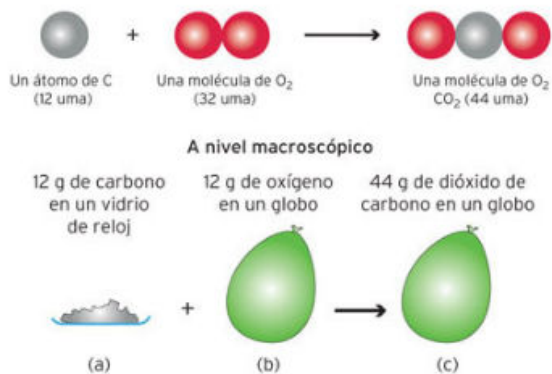
El número de átomos en esa cantidad de carbono-12 se determinó experimentalmente y se obtuvo un valor de  $6.0221367 \times 10^{23}$ . Este número es conocido en el mundo científico con el nombre de **número de Avogadro**, en honor a Amedeo Avogadro, y se simboliza como  $N_A$ . Para tener un uso más óptimo de este número, sobre todo en cálculos, donde se le usa recurrentemente, se redondea a  $6.022 \times 10^{23}$ .



**Figura 3.30** La masa de un neutrón asociada a una uma, es equivalente a 1840 veces la masa de un electrón. De igual forma sucede entre la masa de un protón comparada con la del electrón.

### Masa molar de los elementos

Hemos determinado hasta este punto que la cantidad de átomos en exactamente 12 g de carbono es equivalente al número de Avogadro, y que a la vez, esto equivale a 1 mol de carbono-12. A esta cantidad de gramos de carbono-12 por cada mol de carbono-12 se le conoce como masa molar del carbono-12, y se determina de igual forma para todos los elementos de la tabla periódica. En sí, la **masa molar** se define como la cantidad de masa en gramos o kilogramos de 1 mol de unidades elementales de una sustancia. La masa molar se expresa casi siempre en gramos por mol, g/mol.



**Figura 3.31.** Los factores de conversión entre unidades permiten vislumbrar de mejor manera las propiedades y características físicas medibles en una muestra determinada de cualquier sustancia.

De esta manera podemos equiparar la masa molar de cada elemento con la masa atómica expresada en uma. Así, el cloro, que tiene una masa atómica de 35.5 uma, tendrá una masa molar de 35.5 g/mol.

Si utilizamos estos datos podremos entonces calcular la masa que posee un solo átomo de carbono o de cualquier otro elemento, mediante el uso de un factor de conversión:

12.00 g C<sup>12</sup> = 1 mol de átomos de C<sup>12</sup>, que también podemos expresar de esta forma:

$$\frac{12.00 \text{ g de C}^{12}}{1 \text{ mol de átomos de C}^{12}} = 1$$

Ahora, considerando que:

1 mol de átomos de C<sup>12</sup> = 6.022 × 10<sup>23</sup> átomos de C<sup>12</sup>, también podemos expresar esa relación de la misma manera:

$$\frac{1 \text{ mol de átomos de C}^{12}}{6.022 \times 10^{23} \text{ átomos de C}^{12}} = 1$$

Ahora, construyendo con esto un factor de conversión para conocer la masa de un solo átomo de carbono-12, tenemos:

$$(1 \text{ átomo de C}^{12}) \left( \frac{12.00 \text{ g de C}^{12}}{1 \text{ mol de átomos de C}^{12}} \right) \left( \frac{1 \text{ mol de átomos de C}^{12}}{6.022 \times 10^{23} \text{ átomos de C}^{12}} \right) = 1.993 \times 10^{-23} \text{ g de C}^{12}$$

Con el ejemplo anterior queda demostrado cómo el número de Avogadro nos sirve para convertir unidades de masa atómica en unidades de masa en gramos.

Los conceptos de masa molar y número de Avogadro posibilitan una gran cantidad de conversiones entre distintos tipos de unidades, por ejemplo entre masa y moles de átomos, entre número de átomos y moles, entre masa y número de átomos, etc. Además, proporcionan una relación entre el nivel microscópico y el macroscópico a fin de comprender y estudiar las peculiaridades que rigen en cada uno de dichos niveles (fig. 3.31).

© Nueva México

### Actividad

Organicen equipos de al menos tres o cuatro compañeros.

En sus cuadernos anoten los nombres y símbolos de los siguientes elementos químicos: cloro, yodo, oro, hierro y potasio. Después, determinen las masas atómicas en gramos de los átomos de cada uno de estos elementos.

Relacionando la masa atómica con las unidades de masa atómica, determinen a cuánto equivale, en gramos, una uma.

Con este dato determinen cuántas uma hay en 9 g de estos elementos. Pidan al profesor que valide los resultados.

### Masa molecular

Ahora bien, si podemos calcular la masa de un solo átomo aislado de cualquier elemento químico, podemos también calcular la masa de un conjunto de átomos que al unirse forman una molécula. Esta masa se puede asociar de igual manera con el número de Avogadro. La **masa molecular**, a veces llamada peso molecular, es la suma de las masas atómicas individuales (en uma) de todos los átomos que forman parte de la molécula.

Analicemos el caso de la molécula de amoníaco, NH<sub>3</sub>. Cada molécula de amoníaco contiene 1 átomo de nitrógeno y 3 átomos de hidrógeno. Si se sabe que la masa atómica del nitrógeno en uma es de 14, podemos hacer el cálculo total de la masa molecular.

3 átomos de hidrógeno (1 uma por cada átomo de hidrógeno) = 3 uma  
1 átomo de nitrógeno (14 uma por cada átomo de nitrógeno) = 14 uma  
Esto da un total de 17 uma.

Con esta masa molecular y el número de Avogadro podemos determinar la masa molar de esta molécula. La masa atómica de una molécula en uma es numéricamente igual a la masa molar en gramos.

Por tanto, si la masa molar del amoníaco en uma es igual a 17, entonces su masa molar en gramos será 17. Si a esto le añadimos que por cada 17 g de amoníaco hay un mol de moléculas de amoníaco, podemos determinar el peso en gramos de una molécula de amoníaco:

$$(1 \text{ molécula de NH}_3) \left( \frac{17.00 \text{ g de NH}_3}{1 \text{ mol de moléculas de NH}_3} \right) \left( \frac{1 \text{ mol de moléculas de NH}_3}{6.022 \times 10^{23} \text{ moléculas de NH}_3} \right) = 2.82 \times 10^{-23} \text{ g de C}^{12}$$

### Aplicaciones del mol y la masa atómica y molar

La fórmula de un compuesto indica el número de átomos de cada elemento presentes en cada unidad molecular del mismo compuesto.

© Nueva México

Si conocemos la fórmula del mismo, podemos determinar la participación porcentual de cada tipo de átomos en la composición total de la sustancia.

Por ejemplo, si se sabe que la molécula de agua es H<sub>2</sub>O, entonces por cada átomo de oxígeno hay dos átomos de hidrógeno. Para conocer el porcentaje en peso que representa cada elemento en el total del peso del compuesto, necesitamos determinar la masa atómica de cada átomo por separado y la masa atómica del compuesto.

La **composición porcentual en masa** es el porcentaje en masa de cada elemento presente en un compuesto. Esta se obtiene al dividir la masa de cada elemento que está contenida en un mol del compuesto, entre la masa molar total del compuesto, multiplicando por 100 el resultado.

$$\text{composición \% de un elemento} = \frac{n(\text{masa molar del elemento})}{\text{masa molar del compuesto}} \times 100$$

donde **n** expresa el número de moles del elemento contenidos en 1 mol del compuesto.

Retomando el caso de la molécula de agua, en 1 mol de H<sub>2</sub>O hay 2 moles de átomos de hidrógeno y 1 mol de átomos de oxígeno. La masa molar en gramos del hidrógeno es 1 g y la del oxígeno 16 g. Por tanto, la masa molar de la molécula es 18 g, con lo que se puede determinar la composición porcentual:

$$\%O = \frac{1(16 \text{ g})}{18 \text{ g}} \times 100 = 88.88 \quad \%H = \frac{2(1 \text{ g})}{18 \text{ g}} \times 100 = 11.11$$

Debido a las cifras significativas, la suma del porcentaje de cada elemento que participa en la molécula de agua no da exactamente 100%, sino 99.99%.

Ahora te quedará claro que si se conoce la composición porcentual de un compuesto en masa es posible determinar la fórmula empírica de dicho compuesto, es decir, la forma más sencilla de expresar la relación entre los átomos del compuesto.

Tomemos el siguiente caso como ejemplo: el ácido ascórbico o vitamina C está formado por 40.92% de carbono, 4.58% de hidrógeno y 54.50% de oxígeno (fig. 3.32). Con estos datos puede determinarse la fórmula empírica.

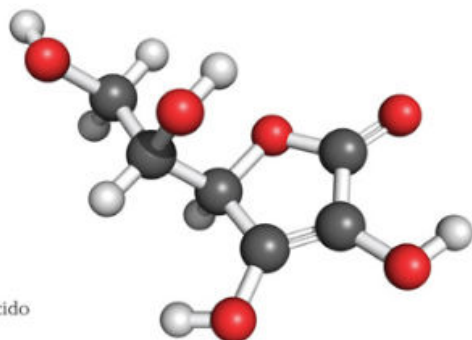


Figura 3.32. Estructura del ácido ascórbico.

© Nueva México

Debemos suponer primero que se tiene una muestra de 100 g del compuesto. De esta manera los porcentajes se pueden pasar a gramos de una manera sencilla:

- 40.92% de carbono equivale a 40.92 g de carbono
- 4.58% de hidrógeno equivale a 4.58 g de hidrógeno
- 54.50% de oxígeno equivale a 54.50 g de oxígeno

Ahora debemos calcular el número de moles que hay en porción de elementos, con un simple despeje.

$$\text{número de mol de carbono} = 40.92 \text{ g de C} \left( \frac{1 \text{ mol de C}}{12.00 \text{ g C}} \right) = 3.407 \text{ mol de C}$$

$$\text{número de mol de hidrógeno} = 4.58 \text{ g de C} \left( \frac{1 \text{ mol de H}}{1.00 \text{ g H}} \right) = 4.5 \text{ mol de H}$$

$$\text{número de mol de oxígeno} = 54.50 \text{ g de C} \left( \frac{1 \text{ mol de O}}{12.00 \text{ g O}} \right) = 3.406 \text{ mol de O}$$

Con esto podemos construir una fórmula en la que por cada 3.4 mol de C habrá 4.5 mol de H y 3.4 mol de O. Para obtener números enteros que se puedan expresar en la fórmula dividimos todos los valores obtenidos entre el más pequeño de ellos, en este caso entre el valor del oxígeno:

$$\text{Para el carbono} \frac{3.407}{3.406} = 1$$

$$\text{Para el hidrógeno} \frac{4.5}{3.406} = 1.33$$

$$\text{Para el oxígeno} \frac{3.406}{3.406} = 1$$

Con esto obtenemos una relación CH<sub>1.33</sub>O, por lo que de nuevo debemos convertir el 1.33 a un número entero, esto lo hacemos multiplicando por 1, luego por 2 y así sucesivamente hasta acercarnos suficientemente a un valor entero. El número por el cual se multiplique este valor, debe ser usado para multiplicar los otros dos valores. En este caso el número es 3, ya que 1.33 × 3 = 3.99 equivale casi 4. Con estos resultados la **fórmula empírica** de la vitamina C queda así: C<sub>3</sub>H<sub>4</sub>O<sub>3</sub>.

### Actividad

Por equipos, realicen lo siguiente:

- Determinen la masa molecular de los siguientes compuestos, así como la masa en gramos de una sola molécula: NaCl, CCl<sub>4</sub>, CH<sub>4</sub>, SO<sub>2</sub>
- Para cada compuesto hagan el cálculo de la composición porcentual en masa.
- La alicina, una sustancia contenida en el ajo, tiene la siguiente composición porcentual en masa: C = 44.4%, H = 6.21% y O = 9.86%. Determinen su fórmula empírica.

Pidan al profesor que valide sus datos; comparen sus resultados con los de los otros equipos.

© Nueva México

### Yo decido

El ácido ascórbico o vitamina C está presente en las naranjas, las guayabas, el kiwi, las fresas, toronjas, limones y otras frutas. La enfermedad llamada escorbuto es causada por deficiencias de esta vitamina en el organismo. De hecho, "ascórbico" significa literalmente no escorbuto.

Para preservar tu salud es importante que decidas consumir alguna fruta fresca todos los días.

Marca con una ✓ el nivel de logro que alcanzaste.

#### Aprendizaje esperado

Relaciono la masa de las sustancias con el mol para determinar la cantidad de sustancia.

- |                |   |   |
|----------------|---|---|
| Nivel de logro | C | Me cuesta relacionar la masa de las sustancias con el mol para determinar la cantidad de sustancia. |
|                | B | Relaciono la masa de las sustancias con el mol pero me cuesta determinar la cantidad de sustancia.  |
|                | A | Si relaciono la masa de las sustancias con el mol para determinar la cantidad de sustancia.         |

Con tu maestro resuelve los casos en que tus logros no sean los mejores.

Cierre



## ¿Cómo elaborar jabones?

### Breve historia del jabón

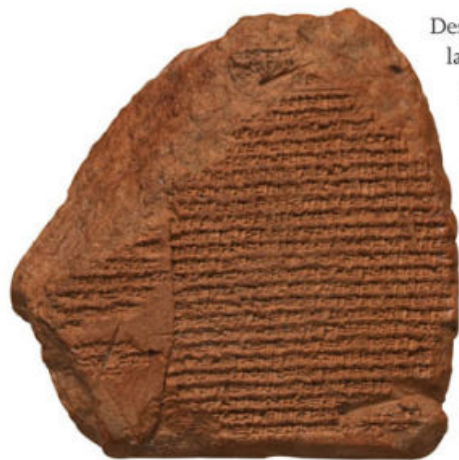


Figura 3.33. Antiguas tablillas de arcilla sumerias, donde se indica el uso del jabón para tratar lana y piel.

Desde tiempos muy remotos, la humanidad se ha interesado por las propiedades específicas de cierto tipo de sustancias utilizadas para limpiar y aromatizar los cuerpos. No se conoce bien el origen del jabón, sin embargo, los primeros datos escritos sobre este producto se encontraron en Mesopotamia. En unas tablas de arcilla sumerias que datan del año 2500 a. C., se describe el uso de jabón no para la higiene personal, sino para limpiar y tratar la lana y la piel, y se documenta una receta para hacer jabón con una mezcla de **potasa** y aceite. Las inscripciones en dichas tablillas dicen que se hervían grasas con cenizas para hacer jabón (fig. 3.33).

Entre los restos de una momia egipcia se encontró el papiro Ebers, llamado así en honor de su traductor, el egiptólogo alemán Georg Ebers. Es un extenso documento médico que fue redactado aproximadamente en 1500 a. C., en el que se descri-

be la combinación de aceites animales y vegetales con sales alcalinas para formar un material jabonoso, usado para lavarse y tratar enfermedades de la piel.

Existen otras informaciones que establecen el origen del jabón entre los celtas o los bereberes del norte de África y que fueron las legiones romanas quienes lo importaron. Según una leyenda romana, el jabón se originó en una colina o monte donde sacrificaban animales; la lluvia arrastraba una mezcla de grasa animal derretida o sebo y cenizas de madera hasta las orillas del río Tíber. Las mujeres encontraron que el barro con esa mezcla hacía que el lavado fuera más fácil.

Con el paso del tiempo el jabón se utilizó como medio para limpiar y asear el cuerpo. También se observó que la limpieza tenía un efecto curativo en las enfermedades de la piel. En sus textos de historia (siglo I), Plinio el viejo menciona que los galos hacían el jabón con el sebo de las cabras y la ceniza de árbol (potasa), y que lo usaban en el pelo, como tinte rojo y ungüento. Plinio menciona que para endurecer las barras de jabón se agregaba sal de mesa.

En Italia se sabe que existía una de las actividades más prósperas, basada en la fabricación de jabón a partir de ceniza, esto hasta el 79 d. C., cuando el volcán Vesubio entró en erupción.

Los romanos fueron los responsables de difundir el uso y producción del jabón dentro y fuera de todos sus dominios (fig. 3.34). En los territorios bajo la influencia romana, las medidas de higiene se difundieron poco a poco. En España se agregó aceite de oliva a las pastas, surgiendo ahí el famoso jabón de Castilla.

### Glosario

**potasa.** Se refiere al compuesto hidróxido de potasio (también conocido como potasa cáustica); su fórmula es KOH. Sustancia precursora de la mayoría de los jabones suaves y líquidos.

© Nueva México

Después de la caída del Imperio Romano, declinaron los hábitos de limpieza y gran parte de Europa resintió el impacto de la suciedad en la salud pública. La falta de higiene personal y las condiciones insalubres de vida contribuyeron enormemente a las grandes plagas medievales, como la peste negra del siglo XIV.

En el siglo XV se introdujo el jabón de Marsella, ciudad al sur de Francia, que es el antecesor de los jabones actuales. Originalmente se preparaba a partir de una mezcla de huesos y grasas vegetales.

A partir del siglo XVII, la limpieza y el baño empezaron a ponerse otra vez de moda en Europa. La manufactura del jabón se convirtió en un oficio establecido y los gremios de jaboneros guardaban celosamente los secretos de su negocio.

Pero más allá de las modas impuestas por los grupos de poder, con el paso del tiempo se ha consolidado el hábito de utilizar jabón en la higiene personal. Hay que destacar que se ha comprobado que el uso de agua y jabón es un factor fundamental para preservar la salud.

Por ejemplo, en 2009 apareció en México un brote de influenza del tipo H1N1. Para evitar la rápida propagación de la enfermedad, se realizaron intensas campañas de prevención en los medios de difusión y se pegaron carteles en centros de salud, oficinas y escuelas en los que, entre otras medidas, se indicaba que para evitar el contagio debía realizarse un frecuente lavado de manos con agua y jabón; incluso se difundieron carteles en los que se explicaba paso a paso cómo lavarse las manos (fig. 3.35).

Junto con los descubrimientos de medicamentos específicos, las medidas de higiene han permitido alargar el tiempo promedio de vida humana. Además, han cobrado tal importancia que la limpieza con agua y jabón se promueve incluso en circunstancias difíciles. Por ejemplo, durante la Segunda Guerra Mundial, los norteamericanos desarrollaron un tipo de jabón que podía utilizarse con agua del mar, pensado en los marines destinados en el Pacífico: así nació el jabón dermatológico, el menos agresivo de todos los jabones, gracias a su nivel de pH equilibrado.

© Nueva México

Los jabones cada vez son más cómodos de utilizar. Se han perfeccionado las mezclas y aromas, convirtiéndose en un objeto de consumo masivo, aunque posiblemente esta gran demanda ha provocado una pérdida en la calidad de sus componentes.



Figura 3.34. Los jabones son conocidos desde la Antigüedad.

Figura 3.35 Cartel que explica cómo lavarse las manos para evitar el contagio de la gripe o influenza.

### Lavado de manos

- Humedezca las manos con agua.
- Aplique suficiente jabón para cubrir toda la superficie de la mano.
- Frote las manos palma contra palma.
- Frote la palma derecha contra el dorso de la mano izquierda, entrelazando los dedos y viceversa.
- Repita el lado contrario. Palma contra palma, entrelazando los dedos.
- Dorsos de los dedos con la palma de la mano contraria.

- Dedo pulgar de la mano izquierda "envuelto" en la palma de la mano derecha, frotando circularmente; y viceversa.
- Punta de los dedos de la mano derecha en la palma de la mano izquierda, frotando circularmente en ambos sentidos y viceversa.
- Enjuague las manos con agua.
- Seque cuidadosamente con toalla de papel, desechable.
- Use la toalla para cerrar la llave.
- Sus manos están limpias.

## Etapa 1: Planeación del proyecto

Organicen equipos de más de tres compañeros. La pregunta inicial para empezar su proyecto puede abarcar diferentes puntos de vista. Pueden remontarse a las técnicas artesanales de manufactura de jabón, o pueden dar un salto hacia lo que actualmente se conoce como industria de la limpieza o industria del jabón, que consta de metódicos procesos de síntesis masiva de diversos jabones, champús y detergentes.



Figura 3.36. Ejemplos de jabones artesanales elaborados con productos naturales.

En la breve historia del jabón que presentamos resaltan peculiaridades sobre los ingredientes que lo componen. Sobre todo dos: se usan grasas de origen vegetal o animal, y un compuesto alcalino, en algunos casos hidróxido de sodio, ceniza o hidróxido de potasio (potasa).

Hoy en día existen jabones para todos los gustos, de todas las calidades y para todos los bolsillos, jabones con aceites y cremas hidratantes, jabones perfumados, jabones inodoros, sólidos, con textura de gel o de crema (fig. 3.36).

Algunas innovaciones contemporáneas realizadas en la industria de los jabones han dado lugar a polvos para lavadoras automáticas, suavizantes de ropa, detergentes con blanqueador, desmanchadores, polvos con enzimas, jabones líquidos para manos, productos combinados de detergente y suavizante, líquidos lavavajillas, detergentes concentrados y geles para el lavado de platos, entre otros.

A partir de este momento deben decidir el tipo de proyecto que elegirán, ya que la premisa usada como objetivo brinda una variedad de posibilidades de enfoque. Podrían comenzar por hacer una investigación de las necesidades que existen de los productos de limpieza, específicamente de jabones corporales, en su entorno escolar. Las siguientes preguntas pueden servir de guía para que realicen una encuesta:

- ¿Qué requerimientos se necesitan cubrir para que estudiantes, profesores y padres de familia de su comunidad escolar consuman tal o cual tipo de jabón?
- ¿Los hombres prefieren jabones sin aroma o perfume?
- ¿Las mujeres prefieren jabones perfumados?
- ¿Importa el color en jabones elegidos por hombres y mujeres?
- ¿Importa a algún grupo (maestros, estudiantes o padres de familia) que los productos de limpieza no contaminen el medio?

A partir de las respuestas recibidas pueden empezar a desarrollar el proyecto, el cual podría tomar un nuevo objetivo: elaborar un jabón que cubra las demandas o preferencias de un sector de la comunidad escolar. Suponiendo que toman este nuevo objetivo, antes que cualquier cosa, deben saber qué es un jabón, que tipo de sustancias químicas lo componen y de qué manera se puede elaborar en su hogar o en la escuela.

© Nueva México

En Internet, así como en libros de proyectos químicos caseros, hay infinidad de recetas que les pueden ayudar a cubrir las partes técnicas del proyecto. Una fuente de información en este tipo de proyectos tecnológicos puede ser la biblioteca de su escuela o de una universidad cercana a su domicilio o comunidad.

Si no hay material con este tipo de tecnologías cerca de su plantel, entonces los recursos electrónicos serán una buena opción. En el link que se muestra en la sección "Conexión" se muestra una manera fácil de realizar jabón de avena; esta puede ser una idea para los jabones que tengan en mente; se muestran las cantidades y reactivos necesarios, así como el proceso de preparación.

Los materiales y reactivos a utilizar en este proyecto son productos químicos de bajo riesgo, es decir, no requieren de un documento oficial para que se los puedan vender, por lo general se consiguen en los establecimientos conocidos como droguerías o distribuidoras de químicos de uso casero.

Una vez establecida la planeación y el método que seguirán para la realización del proyecto, es importante que revisen estos pasos con su profesor, con el propósito de que él evalúe los riesgos durante la manipulación de ciertas sustancias y, de ser necesario, supervise la elaboración de los jabones, ya sea en el laboratorio escolar, si es que cuentan con él, o en el lugar que acuerden para su realización.

De ser necesario el uso de maquinaria o fuentes de calor peligrosas, debe estar con ustedes una persona adulta y responsable. Asimismo deben investigar sobre los primeros auxilios relacionados con el tipo de proceso que realizarán.

Recuerden que deben repartirse los gastos entre todos los miembros del equipo. Tengan en cuenta que pueden incluir aromas y trazas de plantas, frutas, cereales como trigo o avena, aceites orgánicos, esto con la finalidad de darle un toque más rústico y natural.

## Etapa 2: Comunicación del proyecto

Para este tipo de proyectos la comunicación juega un papel importantísimo, ya que la divulgación del producto dentro de su comunidad escolar y posteriormente dentro de su localidad es la manera en la que sus objetivos pueden ser alcanzados y sus hipótesis probadas.

Si lo consideran oportuno, soliciten apoyo del profesor o profesora de Español para el diseño de campañas de difusión masiva de información, como carteles que informen sobre el tipo de productos que se pretenden elaborar y mostrar. Otros medios de difusión son trípticos o panfletos que contengan cierta información básica sobre los jabones, un poco de historia, su desarrollo a través del tiempo, así como su elaboración actual y los beneficios y perjuicios que su uso tiene tanto en el cuerpo humano como en el ambiente.

© Nueva México

### Conexión



Para aprender la técnica de hacer jabón visita la página de la Revista del Consumidor

<http://revistadelconsumidor.gob.mx/?p=16356>

(Fecha de consulta: 20 de octubre de 2016.)



**Figura 3.37.** La ecología promueve el uso de productos naturales no contaminantes en la elaboración y uso de jabones y detergentes.

Esto es importante, ya que no deben perder de vista el impacto ecológico que los residuos de la fabricación de jabón generan. En este punto es muy buena idea que busquen información sobre cómo tratar los residuos generados en el proyecto, de tal manera que tengan el menor impacto negativo posible en el medio ambiente. Una buena idea es hacer ferias escolares de ciencias, en donde se muestre a la comunidad escolar y posteriormente a los padres de familia y demás interesados este tipo de iniciativas o proyectos científicos elaborados además de ti y tu equipo, por otros alumnos de la escuela.

Recuerden que ahora más que nunca, el enfoque ecológico en los proyectos e invenciones tecnológicas actuales es de vital importancia, esto debido a las problemáticas ambientales actuales producto del abuso desmedido en el desecho de sustancias nocivas para los sistemas ecológicos en todo el mundo. Esto ha provocado desde enfermedades en comunidades humanas y animales hasta pérdidas incalculables tanto de fauna como de vegetación (fig. 3.37).

Así que ahora tienen un punto más que evaluar, y es cómo realizar su proyecto de tal forma que sus componentes no sean agresivos para el ambiente y que a la vez sea un producto agradable para las personas. Sin duda alguna, la información que recopilen y generen a lo largo del desarrollo será buena candidata para ser divulgada y comentada en sus campañas de difusión.

Para dar a conocer el proyecto, también es importante que logren captar la atención del público receptor; es recomendable que investiguen sobre los beneficios que se obtienen al utilizar jabón como medio de asepsia, así como conocer, a grandes rasgos, las reacciones que se llevan a cabo entre los componentes del jabón y la suciedad.

Las campañas de difusión informativa siempre son bien recibidas cuando de beneficios se trata. Una vez realizado el proyecto pueden incluso plantearse la idea de iniciar un pequeño negocio personal, divulgando las propiedades y características de su producto. Para ello deben realizar un estudio económico sobre los gastos de producción, distribución y promoción contra las ganancias recibidas por sus productos.

Una de las finalidades de este proyecto es que puedan tener a su alcance la información suficiente con la que es posible elaborar un jabón, así como la intención de que generen a pequeña escala un producto indispensable en la actualidad, cuya producción casera está fuera de nuestro alcance.

Planteen todas las reacciones químicas necesarias para dar a entender la ruta de síntesis que el equipo siguió y poder así tener un fundamento químico y científico sobre el proceso que realizaron. Asegúrense de que los datos que han obtenido para la elaboración sean los correctos, pueden acercarse a libros especializados y solicitar en todo momento apoyo a su profesor.

### Etapa 3: Evaluación del proyecto

Valoren los alcances del proyecto. En realidad se trata de una propuesta tecnológica en toda forma, que les permitirá fabricar jabones elaborados específicamente para cumplir las necesidades y preferencias de un grupo de personas.

© Nueva México

Para evaluar las características del producto elaborado consideren la posibilidad de realizar una prueba sensorial, si les es posible. Esta consiste en exhibir al público una variedad de productos, en este caso jabones, y pedirles que evalúen sus cualidades y propiedades, esto con la finalidad de recopilar información sobre las preferencias de las personas con respecto a un producto o grupo de productos similares. El siguiente cuadro muestra algunos aspectos de los productos; es un esquema que sirve de ejemplo para obtener información que les ayude a evaluar los alcances del proyecto con la finalidad de mejorarlo.

Núm.	Nombre	Edad	Género H M	Estudiante (11+)	Adulto (18+)
1	Muestra	Consistencia	Olor	Sensación al tacto	Sensación al enjuagar
2					
3					
4					
5					
6					

Ahora bien, tanto de manera individual como en equipo tengan en cuenta los diversos criterios de evaluación expuestos en el bloque 1 y aplíquenlos aquí también. No olviden que la evaluación debe ser permanente.

### Etapa 4: Evalúate

Marca con una cruz el porcentaje de tu participación y al final determina tu calificación.

Criterios de evaluación	100%	75%	50%	25%	0%
¿Leíste la "Breve historia del jabón"?					
¿Participaste en la selección del proyecto a realizar?					
¿Buscaste información sobre la elaboración de jabones o sobre las necesidades de productos de limpieza de tu comunidad?					
¿Respondiste a todas las preguntas y analizaste la información obtenida con tus compañeros?					
¿Participaste en la elaboración del material de difusión o comunicación del proyecto?					
¿Participaste con tus compañeros en la evaluación del proyecto?					
¿Participaste en la comunicación de resultados a la comunidad escolar?					
Calificación individual (suma los porcentajes obtenidos en cada actividad y divide los resultados entre 7).					

© Nueva México

# Evaluación del bloque 3

Lee el siguiente reactivo y registra las respuestas en tu cuaderno.

## Los espejos



Desde siempre, los espejos han fascinado a todo el mundo. En la antigüedad se utilizaban placas metálicas muy pulidas como espejos, principalmente de plata, aunque también se han encontrado espejos hechos con cobre y bronce. En la actualidad se elaboran a partir de una deposición del metal (plata o aluminio) sobre una placa de vidrio. Este proceso se conoce como plateado, pero cuando se utiliza níquel en lugar de plata, se le llama niquelado.

Una manera de platinar una superficie es disolviendo nitrato de plata en agua; a esto se le agrega una base, por lo general amoníaco concentrado; se obtiene una disolución turbia y se genera un sólido, óxido de plata. En este punto es necesario agregar un agente reductor para obtener plata en estado metálico. Esta disolución se vierte sobre la superficie por platear y poco a poco se observa la deposición del material metálico en la superficie, quedando una capa marrón o gris de óxido de plata sobre la superficie.

Esta disolución se vierte sobre la superficie por platear y poco a poco se observa la deposición del material metálico en la superficie, quedando una capa marrón o gris de óxido de plata sobre la superficie.

1. Durante el proceso de plateado, el fenómeno resultante de la interacción entre el nitrato de plata y el amoníaco que da como resultado un sólido oscuro se considera:  

A Físico.	C Químico.
B Energético.	D Biológico.
2. Algunas manifestaciones que marcan el tipo de fenómeno producido fueron:  

A La disolución incolora.	B La aparición de un precipitado y el cambio de color.
C La deposición de la plata en el vidrio.	D El reflejo de la luz en el espejo formado.
3. Durante la formación del óxido de plata se puede obtener un compuesto inestable llamado fulminato de plata, que debe tratarse con muchísimo cuidado, pues con cualquier contacto brusco puede generar una reacción explosiva. ¿Qué variable cambiante da lugar a este fenómeno?  

A La concentración de la disolución.	B El intercambio de energía entre el medio y la sustancia.
C El color.	D El olor.

© Nueva México

Lee el siguiente reactivo y registra las respuestas en tu cuaderno.

## Insulina y diabetes

La glucosa, molécula formada por una cadena de 6 carbonos enlazados a hidrógeno y grupos hidroxilo (-OH) es la materia prima utilizada en el metabolismo humano para generar energía, que a su vez es requerida en todos los procesos metabólicos y el funcionamiento del organismo en general. Ahora bien, la insulina es una hormona que se encarga de promover el transporte de glucosa hacia el interior de las células, para que estas lleven a cabo todos sus procesos metabólicos, con lo que disminuye la concentración de glucosa en sangre.



La insulina se produce en el páncreas y cuando esta producción no es adecuada para satisfacer las demandas de dicha hormona, se produce una enfermedad conocida como diabetes, la cual provoca aumentos desmedidos de glucosa en sangre, lo que a la vez genera un descontrol en el cuerpo, ya que al saturarse la sangre de glucosa, esta logra introducirse en diversos órganos sin antes haber sido metabolizada, causando, entre muchas otras cosas, derrames cerebrales y estados de coma en pacientes que padecen diabetes.

1. De acuerdo con lo anterior, cuando una persona es diagnosticada con diabetes, debe evitar ingerir alimentos ricos en azúcares, como son:  

A Algunas frutas y verduras como el mango o el pepino
B Cereales como la avena
C Gelatinas ligeras en azúcar
D Carnes bajas en grasa, como el pollo o el pescado
2. Para sintetizar insulina se requiere de una gran cantidad de energía para unir los aminoácidos que forman parte de esta hormona. ¿Qué tipo de proceso es ese?  

A Anabólico	C Catabólico
B Energético	D Metabólico
3. La glucosa, considerada un monosacárido, al igual que la fructosa, pertenece a un grupo de biomoléculas, ¿cuál es este grupo?  

A Proteínas	C Carbohidratos
B Ácidos nucleicos	D Lípidos

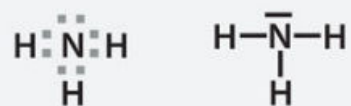
© Nueva México

Lee el siguiente reactivo y registra las respuestas en tu cuaderno.

### Configuraciones de Lewis

Gilbert Newton Lewis (1875-1946) postuló un modelo atómico para explicar los arreglos electrónicos en átomos y moléculas. Lewis proponía que para formar un enlace era necesario que existiera un par de electrones compartidos entre átomos, o bien, que un par de electrones fueran compartidos por dos átomos para formar un enlace.

Al dibujar la estructura de Lewis para compuestos como el amoníaco cuya fórmula condensada es  $\text{NH}_3$ , podemos observar que sobre el átomo de nitrógeno se conserva un par de electrones, ambos pertenecientes al nitrógeno.

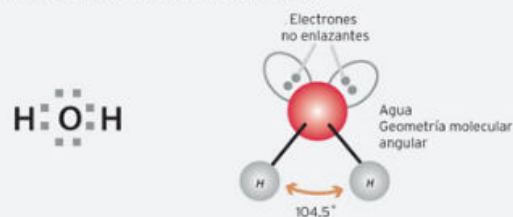


Se observa también la formación de tres enlaces sencillos entre los tres electrones de valencia restantes del nitrógeno y los tres electrones pertenecientes a tres átomos de hidrógeno.

Una de las aplicaciones del modelo de Lewis es la predicción de la estructura tridimensional que poseen las moléculas. Entre otras cosas, estas sugieren arreglos moleculares asociados a figuras geométricas como triángulos, tetraedros, hexágonos, pirámides de bases cuadradas, etc., así como formas lineales.

Para mejorar este modelo y acercarse más a las estructuras reales mostradas según evidencias experimentales, hubo que hacer mejoras a las propuestas de Lewis. En 1957 Ronald Gillespie y Ronald Sydney definieron un modelo que cumplía estas demandas; esta teoría se conoce como Teoría de Repulsión de Pares de Electrones de Valencia (TdeRPEV), lo que sugiere que los pares libres de electrones modifican los ángulos de enlace cercanos, ya que al ser los electrones subpartículas con carga negativa, tienden a repelerse entre ellos al estar tan cerca; a su vez, esta repulsión promueve la expansión en el espacio conferido para este par electrónico.

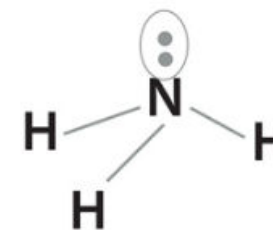
De acuerdo con esta teoría, esta es la razón por la cual la molécula de agua tiene un arreglo angular y no lineal como predijera el modelo de Lewis. A continuación, la figura izquierda muestra el modelo de Lewis para el agua; a la derecha (modelo TdeRPEV) los pares de electrones libres se consideran como aristas en las figuras geométricas al momento de definir la estructura tridimensional:



© Nueva México

Contesta las siguientes preguntas:

- De acuerdo con el modelo de Lewis, ¿qué estructura o arreglo espacial tendrían las moléculas de amoníaco?  
A Lineal  
B Cuadrada  
C Triangular  
D Lineal angular
- De acuerdo con la TdeRPEV, ¿cuál es el arreglo tridimensional que adquiere la molécula de amoníaco, considerando el átomo de nitrógeno como centro de la estructura y cada enlace con el hidrógeno y el par libre como aristas de la figura geométrica?



- De acuerdo con el modelo de Lewis, ¿cuántos enlaces se forman entre dos átomos de oxígeno que se sabe forman la molécula gaseosa diatómica  $\text{O}_2$ ?  
A Dos enlaces sencillos  
B Un enlace doble  
C Un enlace triple  
D Un enlace sencillo
- La molécula de cloroformo (cuya fórmula es  $\text{CCl}_3$ ) está conformada por un átomo central (carbono) y cuatro átomos de cloro enlazados a este. Si la distribución tridimensional es equitativa entre cada átomo de cloro, de tal forma que estén distanciados unos de otros lo más posible, ¿cual podría ser el arreglo espacial para esta molécula?  
A Lineal  
B Tetraédrica  
C Pirámide de base triangular o piramidal trigonal  
D Triángulo
- La molécula de cloroformo (cuya fórmula es  $\text{CCl}_3$ ) está conformada por un átomo central (carbono) y cuatro átomos de cloro enlazados a este. Si la distribución tridimensional es equitativa entre cada átomo de cloro, de tal forma que estén distanciados unos de otros lo más posible, ¿cual podría ser el arreglo espacial para esta molécula?  
A Hexagonal  
B Tetraédrica  
C Pirámide de base triangular o piramidal trigonal  
D Pirámide de base cuadrada

© Nueva México



## La formación de nuevos materiales

Muchos alimentos que consumimos diariamente tienen sustancias ácidas que podemos percibir por medio del sentido del gusto; menos notorias tal vez son las sustancias básicas que también llegamos a consumir y que están presentes en las tortillas, por ejemplo. Ambas sustancias, ácidos y bases, reaccionan químicamente, aunque tal vez no seas consciente de ello.

Pero sin duda la oxidación de los metales sí te es familiar por haberla visto muchas veces. Esta sustancia de color rojizo oscuro que cubre los metales oxidados es el producto de una serie de reacciones que en química se llaman de óxido-reducción. En ellas, los átomos que constituyen a las moléculas participantes intercambian sus electrones: alguno de estos átomos dona uno o más electrones a otro átomo, y el otro los recibe.

Ambos grupos de reacciones son estudiados a fondo en este bloque.

© Nueva México

El consumo frecuente de alimentos ácidos puede afectar la acidez estomacal y provocar daños a la salud. Es recomendable la moderación en este consumo.

### 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.

© Nueva México

# Importancia de los ácidos y las bases en la vida cotidiana y en la industria

## Inicio

## 1.1 Propiedades y representación de ácidos y bases

Daniela fue al salón de belleza, pues quería un cambio de look. Antonio, el estilista, le dijo que le quería poner una ampolleta pues tenía muy dañado el pelo por el uso de tintes, lo que había dañado la cutícula o capa externa del cabello; le dijo que la ampolleta era de queratina, la sustancia de que está hecha la cutícula.



Durante la sesión, también le recomendó usar un champú ácido para fortalecer y suavizar el cabello, porque aplanar la cutícula, restaura el pelo y le da brillo y flexibilidad al fortalecer la queratina. Daniela le dijo que estaba bien, así su hermana también la podía usar, pues tenía el pelo muy rizado y esponjado. Antonio mencionó que para las personas con cabello rizado, este tipo de champú se los vuelve áspero y lo enreda. A ella le recomendó un champú alcalino, ya que suaviza y desenreda el cabello (fig. 4.1).

Reflexiona:

- ¿Cuál de los dos champús es más fuerte, el alcalino o el ácido? ¿Por qué?
- ¿Qué es una sustancia alcalina? Da algunos ejemplos.
- ¿En dónde más encuentras sustancias ácidas?

**Figura 4.1.** Los cosmetólogos investigan el efecto de los champús para cada tipo de cabello.

## Desarrollo

### Glosario

**ácido.** Proviene de la raíz latina *acer*, que significa "punzante o agudo".

### Los ácidos

Es muy probable que estés familiarizado con la palabra **ácido**, ya que muchos alimentos que consumimos diariamente tienen sustancias ácidas que podemos percibir por medio del sentido del gusto. Algunos ejemplos son el jugo de cítricos como el limón, la naranja o la mandarina; también podemos percibir lo ácido al consumir salsas picantes o al aderezar nuestras ensaladas con vinagre. En México nos encanta utilizar una gran gama de ácidos comestibles para sazonar nuestros alimentos. ¿Acaso no es común encontrar en las mesas de los restaurantes de comida mexicana un pequeño recipiente lleno de limones?

Sin embargo, existen algunos ácidos de uso común que pueden poner en riesgo nuestra salud, como el ácido muriático, que se utiliza como limpiador, ya que retira las sales que se acumulan por efecto de las aguas duras. Si por alguna razón no usamos protección para manipular este ácido y cae sobre nuestra piel u ojos, ocasionará graves quemaduras o la pérdida de la visión.

© Nueva México

Otro ácido con el que convivimos constantemente es el ácido sulfúrico, uno de los más importantes, pues se utiliza en casi cualquier proceso de producción industrial.

El ácido sulfúrico se encuentra entre las sustancias que más se producen a escala mundial. Lo podemos encontrar en las baterías de los automóviles o en las pilas de los aparatos eléctricos portátiles.

También de uso común, el ácido bórico tiene diversas aplicaciones industriales, aunque también se utiliza como insecticida y antiséptico. Aun cuando muchos ácidos son de uso común deben manipularse con protección, ya que sin ella las consecuencias podrían ser fatales (fig. 4.2).

### Las bases

Existe una familia de sustancias llamadas **álcalis** o **bases** que consideramos contrarias u opuestas a los ácidos. Los álcalis o bases también son sustancias que el hombre conoce y utiliza desde la antigüedad; su nombre proviene de la palabra árabe *al-qaly*, que significa "ceniza". Esto se debe a que en la antigüedad se dieron cuenta de que al combinar y hervir las cenizas, producto de la quema de ciertos tipos de madera, se producía jabón al combinarlas con grasas animales o aceites vegetales (fig. 4.3).

En Mesoamérica también se utilizaban las bases. Existe un proceso llamado nixtamalización, que consiste en cocer los granos de maíz en agua con cal, lo cual permite quitar fácilmente la cáscara del maíz para después moler los granos y obtener masa de maíz, que es la base de las tortillas, los sopes, los huaraches, etcétera. Los antiguos mesoamericanos, al igual que otras culturas, obtenían el óxido de calcio de las cenizas de madera, que al combinarse con el agua forman el hidróxido de calcio.

Hoy utilizamos las bases dentro de nuestros hogares: se encuentran sobre todo en productos para la limpieza y en detergentes para la ropa. También es común utilizar sosa cáustica como agente destapacaños. En bajas concentraciones, esta sustancia deja entre los dedos una consistencia jabonosa, pero a concentraciones más elevadas puede producir quemaduras graves, por ello es aconsejable usar guantes de plástico como protección si se desea manipular este tipo de compuestos. De hecho, cualquier sustancia química debe tratarse con el mayor cuidado, ya que es muy probable que sean adsorbidas por la piel y, así, generar efectos tóxicos en el organismo (fig. 4.4).

### Cómo saber si se trata de un ácido o de una base

¿Recuerdas que existen mediciones cualitativas por medio de los sentidos para determinar algunas de las características generales de las sustancias como los ácidos y las bases? Sin embargo, esta manera de identificar las sustancias es demasiado peligrosa. En vez de utilizar estos métodos, los científicos han ideado un aparato llamado pHmetro (pehachimetro) para determinar no solo si una sustancia es ácida o básica, sino también para determinar qué tan fuerte es su acidez o basicidad.

© Nueva México



**Figura 4.2.** El manejo de los ácidos debe hacerse con suma precaución.



**Figura 4.3.** El origen de los jabones se remonta a 3000 años de antigüedad.



**Figura 4.4.** El hidróxido de sodio es una base potente.

## Conexión

Puedes acceder a esta página electrónica que contiene un excelente simulador para entender a detalle cómo funciona la escala de pH.

<http://phet.colorado.edu/es/simulation/ph-scale>

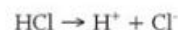
(Fecha de consulta: 20 de octubre 2016.)

Lo que en realidad mide el pehachímetro es la cantidad del llamado ion hidrógeno o hidronio. Su fórmula química es  $H^+$  o  $H_3O^+$ , respectivamente. Veamos más en detalle qué relación tienen estas especies con la acidez de una sustancia.

Primero debemos recordar que al entrar en contacto con un disolvente, algunas sustancias se dividen en partículas llamadas iones. Este es el caso del cloruro de sodio cuando se disuelve en agua:



Esta sal se disuelve en un catión sodio y un anión cloruro. En los ácidos ocurre algo muy similar, pero a diferencia de esta sal, todos los ácidos se dividen en iones hidrógeno. Así es que cuando disolvemos ácido sulfúrico, ácido clorhídrico o ácido bórico, obtendremos iones hidrógeno en disolución. Observa a continuación al ácido clorhídrico y al ácido sulfúrico con sus respectivas disociaciones:



En los dos ácidos obtenemos iones hidrógeno a pesar de ser distintos, pues en uno tenemos ion cloruro y en el otro, sulfato. Cuando el ácido clorhídrico entra en contacto con agua, se **disocia** muy rápido, mucho más que el ácido sulfúrico. Por lo anterior, decimos que el ácido clorhídrico es más fuerte que el sulfúrico, pero los dos son fuertes y te quemarían si llegan a tocar tu piel.

Pero así como existen los ácidos fuertes existen los ácidos débiles; un ejemplo de ácido débil es el ácido bórico, que si bien no es muy corrosivo, sí es muy venenoso. También existe el ácido carbónico, que se adiciona a todas las bebidas gaseosas comerciales, y se cataloga como ácido débil, ya que al disolverlo no se disocia totalmente, como sí hacen el ácido sulfúrico o clorhídrico, y la cantidad de iones hidrógeno en disolución será mucho menor. Veamos su disociación:



En el ácido carbónico solo se ha disociado un ion hidrógeno, mientras que el otro ion hidrógeno quedó unido a la molécula original, convirtiéndola en el ion bicarbonato ( $HCO_3^-$ ) y es más difícil que se disocie. Por eso decimos que es un ácido débil.

Ahora sí podemos reconocer qué es lo que registra el medidor de pH: la cantidad de iones hidrógeno ( $H^+$ ) en una disolución. Para hacerlo, utiliza una escala llamada pH (potencial hidrógeno) (fig. 4.5).

La escala de pH (que va del cero al catorce) también se puede utilizar para indicar la basicidad de una sustancia. Si la sustancia es ácida el valor de pH irá de cero a siete. Por ejemplo, el ácido clorhídrico tiene un pH menor a 1.

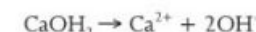
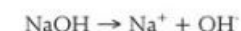


Figura 4.5. El medidor de pH nos dice la cantidad de iones hidrógeno en una sustancia.

© Nueva México

En comparación, el ácido cítrico se encuentra rondando en el valor 3. Cuanto menor sea el valor de pH, mayor será la acidez de una sustancia. Así, el ácido cítrico es menos ácido que el clorhídrico (fig. 4.6).

Ahora veamos cómo sabemos si una sustancia es una base. Al igual que los ácidos, las bases se disocian al contacto con el agua, pero forman aniones que llamamos hidróxidos ( $OH^-$ ). Veamos los ejemplos del hidróxido de sodio y el hidróxido de calcio:



La primera base es el hidróxido de sodio, y al disociarse en agua forma un catión sodio y un anión hidróxido. La segunda es el hidróxido de calcio, que al disociarse forma un catión calcio y dos aniones  $OH^-$ . La basicidad de un compuesto depende de la cantidad de iones hidróxido que produzca en disolución; cuanto mayor sea su número en la escala de pH —al contrario de los ácidos— más aumentará su basicidad.

Debido a que el hidróxido de calcio nos da dos aniones  $OH^-$ , podríamos pensar que es más básico que el hidróxido de sodio. Sin embargo, este último se disocia con mayor facilidad, aumentando con rapidez la concentración de iones hidróxido, mientras que el hidróxido de calcio no se disuelve con tanta facilidad, por lo que la concentración de iones hidróxido producida es menor. Por tanto, el hidróxido de calcio tiene un pH aproximado de 12, mientras que el del hidróxido de sodio tiene un valor de 14.

Ahora observa la siguiente reacción:



Que también se puede representar como:



Estas dos reacciones nos hablan del producto de disociación de la molécula de agua. Ambas simbolizan el mismo acontecimiento, pero tienen diferentes representaciones:



Además tenemos como reactivos un ion hidrógeno y un ion hidróxido, los causantes de la acidez y basicidad de las sustancias. A partir de esta información, ¿qué crees que pase si hacemos reaccionar un ácido y una base?

### Neutralización

¡En efecto! Cuando hacemos reaccionar un ácido con una base, uno de los productos que obtendremos será agua. Veamos algunas reacciones entre los ácidos y las bases que hemos tratado.

© Nueva México

## Escala del pH

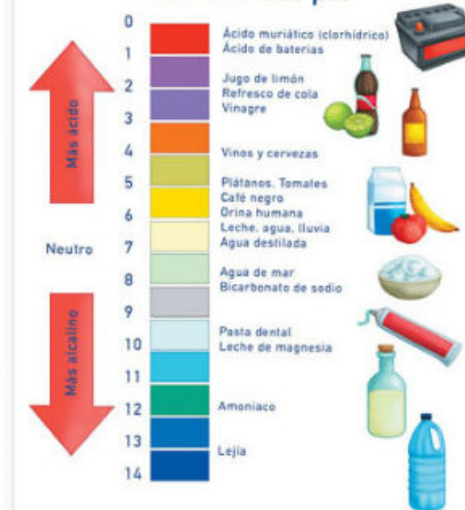


Figura 4.6. Escala de pH con algunos ejemplos de sustancias y mezclas.

## Ciencia a la mano

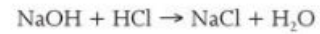
En algunos lugares el agua tiene una gran cantidad de sales minerales, cuando esto ocurre se dice que el agua es dura. Al lavarnos las manos con jabón y agua dura no se genera espuma y entre mayor sea la concentración de sales menor será la espuma generada. La ingesta frecuente de esta agua puede producir la formación de piedras de carbonato en los riñones llamadas "cálculos renales" que ocasionan mal funcionamiento del riñón y hemorragias internas. Para evitar estos problemas, en zonas con agua dura, se recomienda utilizar filtros que ayuden a remover estas sales del agua.





Figura 4.7. El sulfato de calcio en estado natural se encuentra en forma de cristales traslúcidos.

Si hacemos reaccionar el hidróxido de sodio (una base fuerte) con el ácido clorhídrico (un ácido fuerte), obtenemos cloruro de sodio y agua:

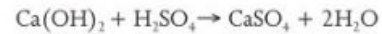


que de forma desarrollada se puede expresar como:



En azul se resaltan los iones que formarán la molécula de agua, mientras que en rojo se marcan los iones que constituirán el cloruro de sodio o sal de mesa.

Otra reacción ácido-base es la que se da entre el hidróxido de calcio y el ácido sulfúrico:



que de forma desarrollada se puede expresar como:



De nuevo, en azul se resaltan los iones que formarán las dos moléculas de agua y en rojo los que constituyen la sal sulfato de calcio (fig. 4.7).

De estas dos reacciones ácido-base podemos deducir que cuando hacemos reaccionar un ácido con una base, el producto es una sal y agua. Como la sal no presenta propiedades ácido-base, su pH será neutro, mientras que el agua tendrá un pH también neutro porque contiene un ion hidrógeno y un ion hidróxido.

El pH de los compuestos neutros es igual a siete, en la escala de pH. Si revisas de nuevo la escala encontrarás que alrededor de este pH se encuentra el agua destilada. Su pH no es exactamente siete debido a que no presenta una gran pureza, pero se encuentra muy cercana a este valor.

Por esta razón, cuando realizamos una reacción ácido-base cuyos productos finales son solamente una sal y agua, la llamamos reacción de **neutralización**. Pero no siempre ocurre así: si por algún motivo en la reacción de ácido sulfúrico con hidróxido de sodio duplicamos la cantidad de ácido, toda la base se transformará en agua y sulfato de calcio, mientras que la mitad del ácido no se disociará, por consecuencia, el pH final de la disolución será ácido. Por el contrario, si aumentamos la cantidad de base, todo el ácido se convertirá en agua y sal, mientras que quedará hidróxido de sodio en la disolución y, por tanto, se tratará de una disolución básica.

Existen indicadores ácido-base que nos ayudan a saber si una sustancia es ácida o básica. Son sustancias químicas que varían sus propiedades con respecto al medio en que se encuentran.

© Nueva México

Por ejemplo, si tenemos una disolución ácida y le agregamos gotas del indicador rojo de metilo, el color de la disolución será rojo. Si ahora comenzamos a agregar gotas de una base, veremos que en cierto punto la disolución cambia su color a amarillo.

Por lo anterior, podemos decir que en general los indicadores ácido-base presentan distintos colores dependiendo del pH al cual se encuentre la disolución con la que entra en contacto (fig. 4.8).

Anteriormente se utilizaban como indicadores pétalos de flores, col morada, entre otros vegetales que tienen la propiedad de cambiar de color dependiendo del pH.

Indicador	Color ácido	Color básico	Intervalo de pH de cambio de color
Azul de simet	Rosa	Amarillo	1.2-2.8
Naranja de metilo	Rojo	Amarillo	3.2-4.4
Azul de bromofenol	Amarillo	Violeta	3.0-4.4
Rojo congo	Azul	Rosa	3.0-5.0
Rojo de metilo	Rojo	Amarillo	4.2-6.3
Azul de bromotimol	Amarillo	Azul	6.0-7.6
Timolftaleína	Rosa	Azul	8.0-9.6
Fenolftaleína	Incoloro	Rosa	8.2-9.8
Amarillo de alizarina	Amarillo	Violeta	10.0-12.1

Figura 4.8. Algunos ejemplos de indicadores ácido-base y los colores que adquieren según el pH de la disolución.

### Actividad experimental

**Propósito:** Determinar el pH de sustancias ácidas y básicas que tenemos en casa.

**Material:**

- Col morada
- Pocillo
- Agua potable
- Tiras de papel absorbente
- Vinagre, limón, naranja, uvas, bicarbonato de sodio, champú, jabón para manos y destapacaños

**Desarrollo:**

- Por equipos pongan cinco hojas de col morada en agua hirviendo durante 20 minutos.
- Mojen las tiras de papel absorbente con la disolución y déjenlas secar.
- Pongan las tiras de papel secas en contacto con un ácido o con una base que conozcan para observar el color en los dos (si no saben cuáles, pregunten a su profesor).
- Ahora pongan las tiras en contacto con vinagre, limón, naranja, uvas, agua potable, bicarbonato de sodio, champú, jabón para manos y destapacaños.

**Resultados y conclusiones:**

- Anoten todas sus observaciones en una bitácora; después elaboren un cuadro como se muestra:

Producto	Características	Color del indicador	Ácido	Base	pH

- Para determinar el pH aproximado que registra el indicador, pueden usar la siguiente escala.

Color	Rojo intenso	Rojo violeta	Violeta	Azul violeta	Azul	Azul verde	Verde azulado	Verde	Amarillo
pH	< 2	4	6	7	7.5	9	10	12	> 13

Con el profesor como moderador, comparen sus respuestas con las del resto del grupo. Obtengan una conclusión grupal y anótenla en el pizarrón.

© Nueva México



**Figura 4.9.** Celda electroquímica. Los iones sodio y cloruro transmiten la carga eléctrica a través de la disolución.

### Modelo de Arrhenius

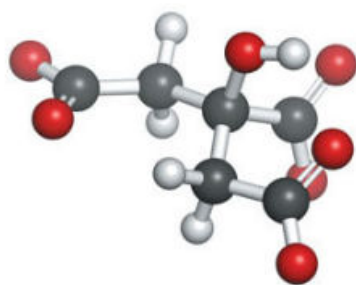
Svante Arrhenius (1859-1927) fue un químico sueco que propuso una manera de explicar el comportamiento de las sustancias ácidas y básicas. Esta explicación es la que hemos utilizado para comprender la causa por la que una disolución tiene un pH más bajo o más alto. También nos ayudó a determinar la razón por la cual un ácido o una base son fuertes o débiles.

Arrhenius sabía que los electrolitos son el producto de la disociación de ciertas sales cuando se disuelven, por lo general, en agua. Esta no conduce la electricidad en su estado puro, pero sí al contener sales disueltas. El cloruro de sodio se disuelve en agua formando iones sodio y cloruros. Estas especies, postuladas por Arrhenius, son las encargadas de transmitir la corriente eléctrica en un dispositivo como el que se muestra en la figura 4.9.

Con base en lo anterior, Arrhenius determinó que las disoluciones que contienen ácidos o bases conducen una corriente eléctrica, debido a que estas sustancias liberan partículas cargadas cuando se disuelven. También determinó que los ácidos se separaban en agua para formar iones hidrógeno  $H^+$ , y creía que las bases se disociaban en  $OH^-$ .

Por lo anterior, podemos decir que Arrhenius propuso que ciertas sustancias, al ponerse en contacto con el agua, forman iones positivos y negativos que pueden conducir la corriente eléctrica. Gracias a esta teoría, Arrhenius recibió el Premio Nobel de Química en 1903.

Ya hemos visto la disociación de algunos ácidos y bases; ahora veamos la disociación del ácido acético ( $CH_3COOH$ ), que explica su misma estructura química (fig. 4.10).



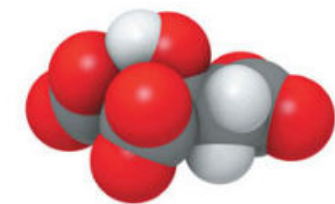
El ácido acético está compuesto de moléculas formadas por una cadena de átomos de carbono. Un carbono forma dos enlaces con el átomo de oxígeno y un enlace con un OH, esto forma el grupo carboxilo ( $COOH$ ). Este grupo es el responsable de la acidez de miles de compuestos orgánicos que reciben el nombre de ácidos carboxílicos. El otro carbono está unido a tres átomos de hidrógeno. Observa su estructura.



### No siempre funciona

Aunque el modelo de Arrhenius es muy útil para interpretar las propiedades de las sustancias ácidas y básicas, el hecho es que una gran cantidad de sustancias que presentan acidez o basicidad no producen iones hidrógeno ni iones hidróxido.

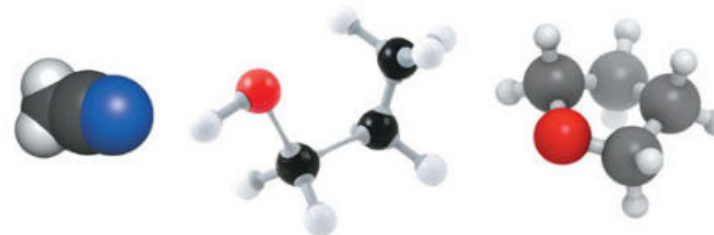
Ejemplo de estas sustancias es el amoníaco ( $NH_3$ ), el cual se produce naturalmente en el proceso de descomposición de la materia orgánica, y en grandes cantidades por la industria química para usarlo como abono y como intermediario en la producción de plásticos, explosivos, etcétera.



**Figura 4.10.** Distintas representaciones de la molécula de ácido acético.

Además, el amoníaco es una base, pero si observas su estructura detenidamente, no encontrarás manera de que produzca iones hidróxido al disociarse (fig. 4.11).

Esto nos demuestra que el modelo de Arrhenius, como generalmente ocurre con cualquier modelo científico, no es suficiente para describir a todas las sustancias básicas existentes. Otros ejemplos de bases que contienen nitrógeno y que el modelo de Arrhenius no puede explicar son la trietilamina, la piridina, el acetonitrilo y el tetrahidrofurano (fig. 4.12).



**Figura 4.11.** Representación molecular del amoníaco.

**Figura 4.12.** De izquierda a derecha, representación de las moléculas de acetonitrilo, acetona y tetrahidrofurano.

Sin embargo, si la acidez y basicidad de estas sustancias no puede ser explicada por el modelo de Arrhenius, existe otro modelo que sí la explica. Este modelo de ácidos y bases lo formuló Lewis; en él se plantea que un ácido es una sustancia química capaz de recibir pares de electrones, mientras que una base es una sustancia que es capaz de donar electrones.

### Actividad

**Propósito:** Identificar la formación de nuevas sustancias en reacciones ácido-base.

#### Material:

- Bicarbonato de sodio
- Vinagre
- Globo
- Recipiente de plástico de medio litro

#### Desarrollo:

- Por equipos llenen un cuarto del recipiente de plástico con vinagre.
- Dentro de un globo coloquen tres cucharadas de bicarbonato de sodio.
- Coloquen la entrada del globo en la boca de la botella que contiene el vinagre.
- Hagan que el contenido del globo caiga dentro de la botella y asegúrense de que esté bien sujeta para evitar que se caiga.

#### Resultados y conclusiones:

Registren sus observaciones y anoten lo que creen que ocurrió. Para ello cataloguen las sustancias utilizadas; busquen información sobre su estructura y características químicas. Con esto en mente, planteen qué tipo de reacción se llevó a cabo y explíquela mediante uno de los modelos expuestos aquí.

Con el profesor como moderador, compartan sus resultados y conclusiones con el resto del grupo.

Marca con una ✓ el nivel de logro que alcanzaste

#### Aprendizaje esperado

Identifico ácidos y bases en materiales de uso cotidiano, en la formación de nuevas sustancias, y explico sus propiedades de acuerdo con el modelo de Arrhenius.

- |                |          |  |
|----------------|----------|--|
| Nivel de logro | <b>C</b> | Me cuesta trabajo identificar ácidos y bases en materiales de uso cotidiano. |
|                | <b>B</b> | Identifico algunos ácidos y bases en materiales de uso cotidiano.            |
|                | <b>A</b> | Puedo identificar ácidos y bases en materiales de uso cotidiano.             |

Con tu maestro resuelve los casos en que tus logros no sean los mejores.

## ¿Por qué evitar el consumo de los “alimentos ácidos”?

## Inicio

### 2.1 Toma de decisiones relacionadas con: importancia de una dieta correcta

Sandra comió en su casa cinco tacos al pastor con mucha salsa. A las tres horas le ardía el estómago, no sabía por qué, de modo que fue al médico. El gastroenterólogo le comentó que el estómago está formado por varias capas de tejidos, y que dentro de él tenemos los jugos digestivos, que son muy ácidos, para digerir el alimento que comemos; estos jugos están constituidos por ácido clorhídrico y otras sustancias llamadas enzimas.

Le explicó también que el ácido clorhídrico tiene un pH de 1 (muy ácido), y si se ingiere una gran cantidad de salsa picante, que también es ácida, el pH del estómago disminuye aún más. Por eso a Sandra le ardía el estómago.

Debido a lo anterior, si consumes alimentos ácidos como salsas, limones, dulces picosos, etcétera, podrías dañar la capa interna del estómago, lo que a largo plazo se convertirá en gastritis y posteriormente en úlcera gástrica (fig. 4.13).

Reflexiona:

- ¿Consideras que el ácido clorhídrico del estómago es un ácido fuerte o débil? ¿Por qué?
- ¿Qué reacción se lleva a cabo en el estómago cuando una persona tiene agruras e ingiere antiácidos?
- ¿Cuáles son los riesgos de consumir alimentos ácidos?

## Desarrollo



**Figura 4.13.** Los chiles contienen un compuesto llamado capsaicina, que también se utiliza en los cosméticos para aumentar el volumen de los labios.

Los ácidos y las bases son sustancias que podemos detectar en casi cualquier lado, y los alimentos que consumimos no son la excepción.

Es posible catalogar de dos maneras las propiedades de ácidos y bases. Por un lado podemos medir directamente el pH de los alimentos. Así encontraremos que son generalmente ácidos, ejemplo de ello son los cítricos como el limón o la naranja, o algunas verduras como el jitomate o el tomate. No debemos olvidar las distintas variedades de chiles que solemos utilizar para preparar y sazonar nuestros platillos.

Esta manera de catalogar los alimentos nos permite determinar cuál es la naturaleza de cada uno, pero desde el enfoque de la nutrición nos dice muy poco. Esto se debe a que no consideramos el efecto que dicho alimento genera en el organismo cuando es digerido y aprovechado para nutrirnos. Para conocer este efecto es necesario realizar análisis bioquímicos, y entonces nos referimos a los ácidos como acidificantes y a las bases como alcalinizantes.

© Nueva México

Ahora bien, podemos ingerir alimentos con un pH ácido, pero al momento de ser metabolizados por el organismo, tienen como efecto el aumento del pH. Este comportamiento se debe a su contenido de minerales. Por ejemplo, las frutas, las verduras y las leguminosas poseen minerales como calcio, magnesio, sodio o zinc, que al ser metabolizados ayudan a que el pH del interior del estómago aumente, razón por la cual son llamados alcalinizantes o basificantes (fig. 4.14).

Algunas bases débiles se encuentran en la leche de magnesia, en polvos para hornear, y se utilizan en antiácidos.

Por otro lado, alimentos como las grasas, la carne roja o el pescado producen el efecto contrario: disminuyen el pH del cuerpo, por lo que se denominan acidificantes.

Los ácidos también están presentes en productos sin aparente sabor ácido, como el café y los refrescos, que contienen ácido carbónico, cítrico y, algunos de ellos, fosfórico. Estos ácidos no representan un riesgo para la salud, pero pueden ser muy irritantes para algunos tejidos, y dar una sensación como la que se produce al comer chile y tocarse los ojos, o la de calor en los labios cuando nos enchilamos. Nuestro estómago tolera bien estos ácidos en ciertas cantidades, pero si los ingerimos en demasía, podemos causar daños severos, como gastritis, adelgazamiento del esmalte de los dientes o úlceras en el estómago.

La dieta de los mexicanos incluye alimentos ácidos como pambazos, gorditas, huaraches, tacos, pozole, tortas, entre otros, los cuales incrementan la acidez natural del estómago y provocan una sensación de indigestión. Es por ello que debemos moderar su consumo.



Algunas bases débiles pueden encontrarse en los polvos para hornear, que se utilizan en repostería.

### Actividad

**Propósito:** Identificar la acidez de algunos alimentos.

**Desarrollo:**

- Por equipos investiguen el carácter acidificante o alcalinizante de los alimentos que se muestran en el esquema del Plato del bien comer (fig. 4.15).
- A partir de esta información elaboren una tabla donde muestren la información investigada y compárenla con la dieta de cada uno de ustedes.

**Resultados y conclusiones:**

- Anoten todas sus observaciones en una bitácora; después respondan de modo personal cada pregunta:
  - ¿Tu dieta es balanceada?
  - ¿Es necesario que incluyas o disminuyas algún alimento?
  - ¿La dieta que tengo es alcalinizante o acidificante? Toma como base una dieta balanceada.
  - Establece una serie de metas que debas seguir para tener una dieta balanceada.

Con la guía del profesor verifiquen y comparen sus respuestas entre todos.

© Nueva México



**Figura 4.15.** El Plato del bien comer representa la porción de los alimentos que debemos ingerir al día, en las proporciones adecuadas.

## El impacto del pH en la salud

Cuando consumimos una gran cantidad de alimentos acidificantes se alteran las condiciones necesarias para el buen funcionamiento de nuestro organismo. Este desequilibrio puede generar enfermedades a largo plazo. Entre ellas se encuentra la gastritis, uno de los padecimientos más comunes en la actualidad.



Figura 4.16. Las salsas picantes no solo son ácidas por el chile, también el ajo, la cebolla y sobre todo el tomate son ácidos.

La gastritis es la inflamación de la mucosa gástrica por la disminución del pH dentro del estómago. Esta disminución en el pH puede deberse a varias razones, sin embargo, una de las principales es el consumo indiscriminado de alimentos ácidos.

La comida grasosa tiene poder acidificante debido a la gran cantidad de saborizantes, colorantes, conservadores y grasas de mala calidad que en conjunto disminuyen el pH. Ejemplos de estos alimentos son las quesadillas fritas, las papas a la francesa, hamburguesas, donas, churritos, comida congelada, cueritos; además, en algunos casos van acompañados de condimentos como las salsas muy picantes, las salsas de tomate industrializadas y el vinagre, entre otros (fig. 4.16).

La gastritis también puede deberse al consumo indiscriminado de medicamentos sin vigilancia médica, tal es el caso de analgésicos como la aspirina, que no requieren de receta médica para adquirirse. Cuando un médico receta algún medicamento debe tomar en cuenta los efectos secundarios que las sustancias que lo componen causan al organismo. En muchos casos los medicamentos son muy ácidos, por lo que será labor del médico que los prescribe contrarrestar esta característica nociva con otra sustancia o con la recomendación de nuevos hábitos alimenticios.

También se ha encontrado que una de las causas de la gastritis son los malos hábitos alimenticios. Y esto no solo se refiere a los alimentos que consumimos, sino a los horarios en que lo hacemos. Si dejamos pasar mucho tiempo entre cada comida, o nos saltamos alguna de ellas, se generarán ácidos estomacales que se preparan dentro del estómago para digerir el alimento esperado, pero al no haber alimento entran en contacto con la mucosa gástrica demasiado tiempo, irritándola y destruyéndola a largo plazo.

Otro factor que puede producir la gastritis es el estrés. Actualmente es muy común que acumulemos estrés debido a las múltiples exigencias de nuestra forma de vida: largas jornadas laborales, falta de sueño, de ejercicio, no tener horario fijo para los alimentos, la sobreestimulación visual y auditiva, etcétera.

Para contrarrestar el estrés es importante contar con una agenda que incluya tiempos estrictos para comer y dormir, así como para realizar alguna actividad física y de esparcimiento con la finalidad de romper la rutina.

Es importante recalcar que el abuso de tabaco y alcohol ocasionan la disminución del pH estomacal y, por consiguiente, favorecen la aparición de enfermedades asociadas con la acidez.

## Una causa insospechada

Hasta hace muy poco tiempo se pensaba que el estrés y los alimentos ácidos que causaban la gastritis eran los únicos factores que entraban en juego para generar enfermedades asociadas con la disminución del pH. Sin embargo, gracias al trabajo de muchos científicos, en especial a los realizados en 1978 por John Robin Warren y Barry Marshall, se identificó una bacteria llamada *Helicobacter pylori*, que vive dentro del estómago humano y es responsable de la mayor parte de los casos de gastritis (fig. 4.17).



Figura 4.17. Imagen de *Helicobacter pylori*, la bacteria responsable del mayor número de gastritis.

Por este descubrimiento, tanto John Robin Warren como Barry Marshall fueron galardonados con el Premio Nobel de Medicina y Fisiología en el año 2005. Gracias a su labor, actualmente la gastritis se trata con antibióticos especiales que combaten dicha bacteria y otras especies, que con el tiempo se han descrito como causantes de esta afección.

Sin embargo, no es conveniente esperar a desarrollar una gastritis para ser atendido y recibir antibióticos contra la bacteria que la causa. Lo mejor es la prevención, por ejemplo, evitar comer alimentos en lugares que carecen de las medidas sanitarias mínimas, como los puestos callejeros de tacos, quesadillas o gorditas. También es importante lavarse las manos antes de ingerir o preparar cualquier alimento, desinfectar frutas y verduras y evitar que los animales domésticos interactúen en los espacios reservados para preparar y comer nuestros alimentos.

## Neutralización

Se llama reacción de neutralización a la reacción de un ácido con una base porque las propiedades de los dos se minimizan o se neutralizan cuando reaccionan entre sí. En la mayoría de los casos, la reacción de un ácido con una base produce agua y una **sal**. Recordemos que los ácidos y las bases pueden ser fuertes o débiles, por lo cual existen diversas posibles combinaciones de reacciones ácido-base (tabla 4.1).

Tabla 4.1. Combinación de reacciones ácido-base	
Ácido	Base
Fuerte	Fuerte
Fuerte	Débil
Débil	Fuerte
Débil	Débil

Una reacción ácido-base llega a su fin cuando el reactivo en menor cantidad se agota y deja una cantidad del otro reactivo sin reaccionar. Todo depende de la concentración de los reactivos.

Las reacciones ácido-base desempeñan un papel importante en muchos sistemas químicos, ya sea en la química sanguínea, la química de la lluvia, en la acidez estomacal, en los músculos, en el champú, etcétera.

## Conexión

En la siguiente dirección electrónica se encuentra un texto muy completo sobre los distintos tipos de dieta, los grupos de alimentos y cómo debes actuar para tener la dieta más adecuada y mantener una buena salud.

[http://www.imss.gob.mx/sites/all/statics/salud/guias\\_salud/adolescentes/guiaadolesc\\_nutricion.pdf](http://www.imss.gob.mx/sites/all/statics/salud/guias_salud/adolescentes/guiaadolesc_nutricion.pdf)

(Fecha de consulta: 20 de octubre 2016.)

## Glosario

**sal.** Compuesto iónico formado por la parte negativa de un ácido y la parte positiva de una base.

## Conexión

En esta página encontrarás la relación que guarda la bacteria *Helicobacter pylori* con el cáncer. Además, al final del texto verás una gran cantidad de referencias que te servirán para conocer cómo se divulga la ciencia actualmente.

<http://www.cancer.gov/espanol/recursos/hojas-informativas/riesgo-causas/h-pylori>

(Fecha de consulta: 20 de octubre de 2016.)

En el contenido anterior vimos que las bases reaccionan con los ácidos para disminuir o neutralizar sus propiedades. Pero ahora nos interesa la acción irritante del exceso de ácido que se produce en tu estómago. Los productos comerciales contienen bases que ayudan a contrarrestar esta acidez, por eso se llaman antiácidos.

Sin embargo, como ya se mencionó, el consumo frecuente de alimentos ácidos puede provocar daños en el estómago.

La acidez estomacal ocurre cuando comemos comidas muy grasosas o ácidas en grandes cantidades. Para contrarrestar los síntomas indeseables existe una gran variedad de sustancias en el mercado que nos ayudan a atenuar la acidez estomacal. La efectividad de los mismos radica en que provocan una reacción ácido-base.

Tu estómago está formado por una capa interna de proteínas, la cual está cubierta a su vez por una membrana mucosa que protege al estómago de los ácidos, que de otra manera lo destruirían. Si los jugos gástricos son muy ácidos, esta membrana se puede adelgazar, lo que ocasiona molestias e incluso puede formar una úlcera.

En el mercado existe una gran variedad de antiácidos, y es posible obtenerlos sin prescripción médica en cualquier farmacia. Estos productos generalmente contienen hidróxido de aluminio,  $\text{Al}(\text{OH})_3$ ; hidróxido de magnesio,  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ; carbonatos de calcio,  $\text{CaCO}_3$ , y bicarbonato de sodio ( $\text{NaHCO}_3$ ). La tabla 4.2 muestra la lista de las bases más utilizadas en los antiácidos.

$\text{Al}(\text{OH})_3$	$\text{CaCO}_3$
$\text{Mg}(\text{OH})_2$	$\text{MgCO}_3$
	$\text{NaHCO}_3$
	$\text{KHCO}_3$

Todas estas sustancias son bases débiles que al entrar en contacto con los ácidos que se encuentran en nuestro estómago los neutralizan para dar como resultado agua y alguna sal.

¿Puedes decir cuál es exactamente la reacción que se realiza entre estas sustancias y los ácidos estomacales?

Los antiácidos con hidróxido (OH) son poco solubles en agua. Como el pH de la saliva es neutro, estos antiácidos insolubles no se disuelven y pasan por tu boca hasta llegar al ácido del estómago. Un ejemplo es la leche de magnesia, cuyo sabor amargo nos indica que es una leche básica.

Por otro lado, los antiácidos con carbonato  $\text{CO}_3$ , son insolubles en agua y tienen un gran poder neutralizante.

No obstante, la mayoría de los antiácidos presentan efectos secundarios. Los iones de aluminio y calcio causan problemas estomacales como

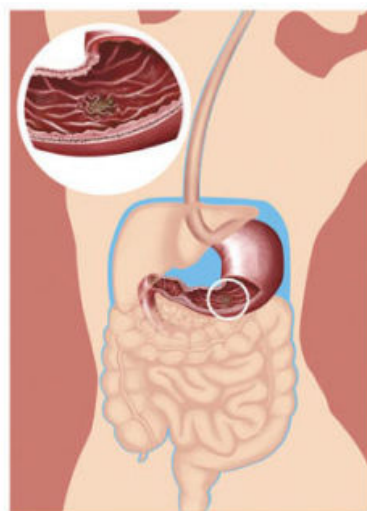


Figura 4.18. La úlcera gástrica se forma por la ingesta excesiva de alimentos ácidos.

estreñimiento, además de que el calcio se puede acumular en los riñones formando piedras —llamadas cálculos renales— que evitan el buen funcionamiento de estos órganos.

También se sospecha que el aluminio debilita los huesos y está relacionado con el desarrollo de la enfermedad llamada Alzheimer, la cual consiste en la pérdida de la memoria y la disminución paulatina de facultades cerebrales. Existen otros efectos, pero los antes mencionados parecen suficientes para no abusar de estas sustancias y consultar al médico cuando tengamos problemas de acidez (fig. 4.18).

Como ya se mencionó, la continua y excesiva acidez estomacal produce gastritis, pero esto no termina ahí: la gastritis se puede complicar al producirse úlceras gástricas, las cuales son lesiones abiertas de la mucosa gástrica, que en casos extremos pueden llevar a la muerte.

Otro daño causado por la elevada acidez es el envejecimiento prematuro por la destrucción acelerada de nuestras estructuras celulares. Lo antes mencionado provoca la descalcificación de los huesos, ya que el cuerpo recurre al calcio contenido en los huesos para tratar de disminuir la acidez (fig. 4.19).

Para evitar la acidez estomacal lo mejor es tener una dieta balanceada, horarios fijos para comer, realizar actividades que disminuyan nuestro estrés así como tomar una buena cantidad de agua simple. Este último punto es muy importante, ya que el agua no solo ayuda a una digestión adecuada, sino a que el exceso de ácido se diluya, disminuyendo sus efectos nocivos.



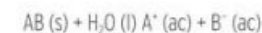
Figura 4.19. Los antiácidos son bases que contienen hidróxido o carbonato.

## Actividad

**Propósito:** Identificar las propiedades de las sustancias que neutralizan la acidez estomacal.

### Desarrollo:

- En parejas pregunten en una farmacia cuál es la lista de antiácidos que tienen a la venta.
- Revisen e identifiquen en la etiqueta de estos productos qué base utilizan.
- Determinen la reacción de cada una de esas bases con el ácido clorhídrico (HCl) del estómago. La siguiente sería la reacción general:



### Resultados y conclusiones:

Investiguen qué ácido es el responsable de la acidez dentro del estómago y verifiquen si las reacciones planteadas realmente se dan dentro de él.

Con el profesor como moderador, expongan en el salón de clase sus resultados. Al finalizar comparen sus respuestas con el resto del grupo y elaboren una conclusión.

Marca con una ✓ el nivel de logro que alcanzaste

### Aprendizaje esperado

Identifico la acidez en alimentos, las sustancias que la neutralizan y los riesgos a la salud por el consumo de alimentos ácidos para tomar decisiones sobre una dieta correcta que incluya el consumo de agua simple potable.

Nivel de logro	Logro
C	Identifico la acidez en alimentos pero no las sustancias que la neutralizan ni los riesgos a la salud por el consumo de alimentos ácidos.
B	Identifico la acidez en alimentos, las sustancias que la neutralizan y los riesgos a la salud pero no tomo decisiones sobre una dieta correcta.
A	Si identifico la acidez en alimentos, las sustancias que la neutralizan y los riesgos a la salud, y sigo una dieta correcta con consumo de agua simple potable.

Con tu maestro resuelve los casos en que tus logros no sean los mejores.

# Importancia de las reacciones de óxido y de reducción

Inicio

## 3.1 Características y representaciones de las reacciones redox



Figura 4.20. Las frutas contienen grandes cantidades de moléculas que pueden experimentar reacciones de oxidación.

En una mañana de verano, Óscar tenía mucho calor y para desayunar decidió comer alimentos frescos. Cortó trozos de manzana, plátano y uvas. Les agregó un poco de miel y se preparó un vaso de leche con chocolate. Cuando tomó su plato de fruta se percató de que la manzana y el plátano tenían puntos cafés, lo cual las hacía menos apetecibles.

La mamá de Óscar, al ver su reacción, le comentó que el color café en las frutas se debe a una reacción, pero que la fruta todavía es comestible y conserva el mismo sabor, aunque se vea menos apetecible.

Óscar no se explica por qué la manzana y el plátano se tornan cafés mientras que las uvas permanecen intactas (fig. 4.20).

Reflexiona:

- ¿Qué causa el color café en las frutas?
- ¿Por qué las uvas no cambiaron de color?
- ¿Qué reacción química ocurre en la manzana y en el plátano al ser cortados?

Seguramente has visto un clavo o una herramienta metálica recubierta de una sustancia color café o rojo anaranjado, fácil de separar y que se hace polvo en las manos. Esta sustancia es producto de una serie de reacciones que en química llamamos de **óxido-reducción** o **redox**, y no solo incluyen la llamada corrosión de los metales, sino también a las reacciones que se dan al quemar algún material, a la flama o a las reacciones que ocurren dentro de las baterías que nos abastecen de energía eléctrica.

Lo que comparten todas estas reacciones, por diferentes que parezcan, es que en ellas los átomos que constituyen a las moléculas participantes en la reacción intercambian sus electrones. Para que este fenómeno se lleve a cabo es necesario que alguno de estos átomos done uno o más electrones a otro átomo, lo cual da como resultado la formación de iones.

Este intercambio de electrones entre las sustancias se da de forma continua en la Naturaleza y, por tanto, las reacciones de óxido-reducción también.

© Nueva México

Imagina la cantidad de electrones que se intercambian entre las moléculas que participan en una fogata. Miles de millones de estas pequeñas partículas cargadas negativamente se mueven de un átomo a otro de forma continua, y liberan energía en forma de calor y de luz que percibimos en el fuego. ¿Qué otro tipo de reacciones óxido-reducción has observado a tu alrededor?

### Oxígeno y oxidación

El nombre de este fenómeno, oxidación, se deriva del nombre del elemento oxígeno. Esto se debe a que en los primeros trabajos que se realizaron para caracterizar a dichas reacciones, se determinó que el oxígeno jugaba un papel reactivo en todas ellas.

Recordemos que antes de Lavoisier se pensaba que en las reacciones de oxidación participaba el flogisto, pero gracias a este científico sabemos que en realidad el elemento oxígeno, que se encuentra en el aire que respiramos, es el responsable de este tipo de reacciones.

La importancia del oxígeno es tal que se le suele llamar el comburente universal. Este nombre lo recibe gracias a que en la mayoría de las reacciones de combustión, las cuales pertenecen al tipo de óxido-reducción, participa como un receptor de electrones. Esto quiere decir que el oxígeno se queda con uno o más electrones de otro elemento que se encuentre en contacto con él. Para que esto suceda, es necesario tener a la mano una fuente de energía que provoque la reacción. Si no fuera así, todos ardeíamos por el simple hecho de estar al aire libre.

Veamos un ejemplo: para generar una chispa es necesario prender un cerillo o un encendedor. En el primer caso se logra con una cinta de fósforo, que al tallarla sobre el cerillo produce energía en forma de calor para desatar la combustión. En el caso del encendedor, su mecanismo cuenta con una piedra de pedernal que al ser raspada o friccionada por una pieza de metal genera chispas que detonarán la reacción entre algún combustible —como la gasolina blanca o el gas propano— y el oxígeno del aire.

En todas estas reacciones es indispensable la presencia del oxígeno en forma gaseosa para que se realice el intercambio de electrones. Podemos constatar lo anterior si intentamos encender un cerillo o un encendedor bajo el agua, lo cual simplemente no ocurre. El agua tiene oxígeno dentro de su estructura ( $H_2O$ ), pero como sus electrones no pueden ser donados tan fácilmente, la reacción de oxidación no se lleva a cabo.

En química, una reacción de óxido-reducción puede ser la que se presenta en la figura 4.21, donde una molécula de metano ( $CH_4$ ) reacciona con una molécula de oxígeno ( $O_2$ ) para dar como productos dos moléculas de agua ( $2H_2O$ ) y una de dióxido de carbono ( $CO_2$ ). En esta reacción falta especificar que es necesario generar una chispa para que esta se lleve a cabo. Si ves esta reacción, percibirás calor y luz o, dicho de otra forma, fuego. De hecho, las hornillas de nuestras cocinas por lo general se encuentran alimentadas por un gas llamado propano.

© Nueva México

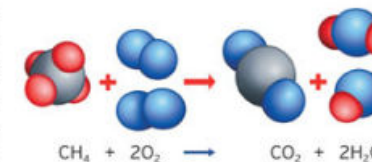


Figura 4.21. Reacción de combustión entre el metano  $CH_4$  y la molécula de  $O_2$ .

### Ciencia a la mano



El ozono es una molécula compuesta por tres átomos de oxígeno y forma una capa dentro de la estratosfera, de enorme importancia para proteger a los seres vivos de los rayos UV emitidos por el Sol. Este gas de color azulado y olor ocre es sumamente oxidante, de tal manera que si se respira continuamente puede producir daños en los pulmones. Normalmente está asociado a la contaminación ambiental de las grandes ciudades. También se produce cuando existe contacto entre el oxígeno del aire y la corriente eléctrica; las instalaciones eléctricas mal montadas o deterioradas incrementan su producción.



Para cubrir materiales con algún metal se utilizan las reacciones de óxido-reducción. Alguna vez habrás escuchado sobre la "chapa de oro", lo cual significa que otro material está cubierto por una capa muy fina de oro. Existen sustancias que de forma espontánea tienen este efecto, por ejemplo, si sumerges un alambre de cobre en una solución de nitrato de plata, sobre el alambre se depositará una fina capa de plata metálica. Sin embargo, en muchas ocasiones no es tan simple y es necesario conectar alguno de los materiales a la corriente eléctrica para lograrlo. Esta técnica también se utiliza para recubrir materiales susceptibles a la oxidación con otros que la resisten o no son tan valiosos.

Aunque en casi todas las reacciones de óxido-reducción el oxígeno esté involucrado, eso no significa que este elemento deba ser un reactivo. Existen millares de reacciones redox donde el oxígeno no está presente, pero al haber intercambio de electrones, se les clasifica como tales.

Por lo anterior, debe aclararse que el nombre de este tipo de reacciones se deriva del curso que tomó esta investigación, pero de ningún modo para restringir este fenómeno a la presencia de oxígeno.

### ¿Por qué reducción?

Ahora veamos el otro ángulo de estas reacciones redox: la reducción. Ya sabemos que el oxígeno interviene en muchas de las reacciones de óxido-reducción y que su papel consiste en recibir electrones de elementos o compuestos químicos que participan en la reacción. Por regla general, cuando una especie química recibe electrones se le da el nombre de **oxidante**. Sin embargo, para que esta especie pueda recibir electrones tiene que existir quien los done. A la especie donadora de electrones se le llama **reductor**. Así es que siempre que tengamos un oxidante tendremos un reductor: uno dona y el otro recibe los electrones para que se dé la reacción de óxido-reducción.

Repitamos: cuando el oxidante recibe los electrones, se reduce, mientras que el reductor que dona los electrones se oxida. De esta forma, para que una reacción redox se lleve a cabo, primero hay que contar con un oxidante que reciba los electrones del reductor, con lo que el oxidante se reducirá y el reductor se oxidará (fig. 4.22).

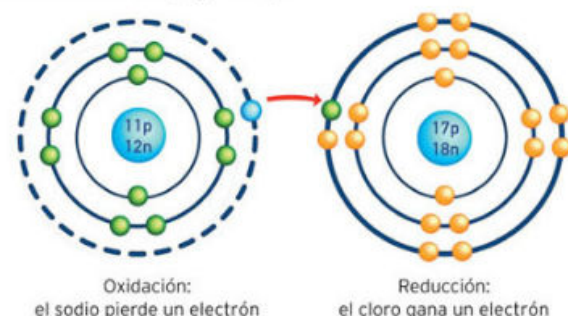


Figura 4.22. En el esquema se muestra al átomo de sodio, que cede un electrón al átomo de cloro, de tal manera que el cloro se reduce y el sodio se oxida. ¿En qué reacción puedes ver este comportamiento?

## Actividad experimental

### Experimento 1: tinta invisible

**Propósito:** Para transmitir mensajes ocultos te mostraremos la manera de hacer tinta invisible utilizando reacciones redox.

**Material:**

- Papel blanco
- Pastilla de vitamina C o jugo de limón
- Agua
- Pincel de punta delgada
- Encendedor
- Recipiente

© Nueva México

**Desarrollo:**

- Por equipos muelan la pastilla de vitamina C en el recipiente.
- Disuelvan el polvo en la menor cantidad de agua posible. Si utilizan limones, expriman el jugo de un limón y agreguen unas gotas de agua.
- Con el pincel dibujen o escriban lentamente un mensaje que quieran transmitirle a otro compañero. Dejen secar.
- Para revelar el mensaje, utilicen un encendedor y pasen la flama por debajo de la hoja, teniendo cuidado de no quemar el papel. En ese momento el mensaje aparecerá ante sus ojos.

**Resultados y conclusiones:**

Anoten las siguientes preguntas en su cuaderno y respóndalas.

- ¿Qué tipo de reacción se lleva a cabo? ¿Cómo lo saben?
- ¿Cuáles son los reactivos y productos que participan en la reacción?
- Si realizaron el experimento con jugo de limón y luego con vitamina C, ¿qué diferencias encuentran? ¿A qué se deben?

### Experimento 2: pila de papas

**Propósito:** Crear energía eléctrica mediante electrólisis.

**Material:**

- Papa
- Lámina de cobre
- Lámina de zinc
- Dos cables con caimán
- Un foco de linterna (5 W) sujetado a un socket adecuado

(Si no cuentan con las láminas de cobre o zinc, pueden usar un clavo y una moneda antigua de cobre; y en vez del foco de linterna con socket, reutilizar las luces navideñas de años pasados cortando una parte de la serie.)

**Desarrollo:**

- Claven la lámina de cobre y zinc dentro de la papa dejando una distancia de un centímetro entre ellas.
- Conecten cada lámina a un extremo de los cables con caimán.
- Conecten el otro extremo de los cables a las terminales del foco (fig. 4.23).

**Resultados y conclusiones:**

Anoten las preguntas en su cuaderno y contéstelas.

- ¿Qué observan cuando cierran el circuito entre la papa y el foco?
- ¿A qué se debe la corriente eléctrica?
- Investiguen las reacciones que se llevan a cabo y repasen lo estudiado sobre electrólisis. Expliquen este fenómeno.

Con el profesor como moderador, verifiquen sus respuestas con el resto de los equipos. Elaboren una conclusión grupal.

© Nueva México



Las pilas que utilizamos para los artículos eléctricos portables contienen sustancias que sufren reacciones de óxido-reducción. De hecho este es un gran invento, pero tiene un gran defecto: muchos de sus componentes son altamente tóxicos y generan una gran cantidad de contaminación en suelo, agua y aire. Una de las peores cosas que podemos hacer es tirarlas directamente en la basura, ya que la capa que las protege se destruye con el tiempo permitiendo la salida de sustancias nocivas. Investiga dónde hay un contenedor especial para desechos de pilas, junta tus pilas, deposítalas en el lugar correcto y benefíciate a ti y al medio ambiente.



Figura 4.23. Una pila con una papa y láminas de cobre y zinc.

## Yo decido

Si ahorramos agua contribuimos a disminuir el consumo de combustibles que se utilizan para hacer funcionar las bombas que llevan ese líquido a nuestros hogares. También podemos ahorrar en este consumo si utilizamos el automóvil solo cuando es estrictamente necesario y lo mantenemos en buen estado. Otras acciones posibles son solo comprar productos que realmente necesitamos y utilizaremos, y evitamos aquellos que tienen empaques no reciclables o que contienen demasiado plástico, sobre todo unícel.



Figura 4.24. Tanto el café como el té verde contienen altas cantidades de sustancias antioxidantes. Sin embargo, su consumo excesivo también puede ser nocivo.

## Antioxidantes

En la actualidad es muy común escuchar sobre unas sustancias llamadas antioxidantes. Estas han cobrado gran interés, ya que se ha detectado que muchas de las enfermedades relacionadas con la degeneración natural de los tejidos en los organismos vivos, están directamente relacionadas con las reacciones redox que tienen lugar en el transcurso del tiempo.

Las sustancias que pueden llevar a cabo las reacciones de óxido-reducción se encuentran en estrecho contacto con nuestro organismo. Dichas sustancias oxidantes fácilmente pueden entrar en contacto con nuestras estructuras celulares y reaccionar con ellas, lo que hace que se desorganicen y pierdan sus funciones.

Esto puede producir pequeños daños en estructuras externas del organismo que son fácilmente reparables por el metabolismo, pero que a largo plazo producen los rasgos del envejecimiento que tantas personas tratan de detener por medio de cremas y cosméticos.

De hecho, la industria cosmética dedica sus esfuerzos a reducir los daños causados por el envejecimiento por medio de sustancias que amortiguan el efecto de los oxidantes con los que entramos en contacto. Entre estas sustancias se encuentran las vitaminas E y C y el colágeno, entre otras. Es importante comentar que muchas de estas reacciones dañinas para el organismo pueden tener su causa en la exposición prolongada a la radiación solar. Por esta razón es necesario utilizar protectores solares que generalmente contienen óxidos de zinc, los cuales reciben la radiación generada por esta fuente, de tal modo que protegen nuestra piel del deterioro. La exposición prolongada a los rayos solares sin protección puede desembocar en cáncer de piel.

También existen sustancias oxidantes a las cuales muchos estamos expuestos. Estas sustancias son parte del smog, humo de cigarro, bebidas alcohólicas, productos de limpieza y algunos residuos industriales, cuyos efectos pueden ser muy nocivos para la salud. Las características redox de muchas de estas sustancias les permiten llegar a zonas tan importantes como el material genético y provocar mutaciones que llevan a la muerte celular o, peor aún, provocar cáncer en distintos tejidos.

Una manera de contrarrestar los efectos nocivos de estas sustancias es evitar hacer ejercicio en espacios abiertos cuando la calidad del aire es mala, así como consumir alimentos con alto contenido en antioxidantes, como frutas y verduras. Ejemplo de ellos son la vitamina C, que se encuentra en los cítricos, o la vitamina E, que se encuentra en zanahorias, nueces y hortalizas. También existen ácidos grasos insaturados que nos protegen de estos daños. Estos los podemos encontrar en los pescados de agua fría, como el salmón y el bacalao, o en productos adicionados con ácido docosahexaenoico (DHA) (fig. 4.24).

Otras enfermedades que se asocian al daño producido por los oxidantes son la arteriosclerosis, el cáncer, la diabetes, el daño pulmonar agudo y

los desórdenes neurodegenerativos como el Alzheimer y el Parkinson. Parte de este daño es natural e imposible de evitar, ya que es intrínseco al paso del tiempo y al envejecimiento. Sin embargo, de nuevo se destaca la importancia de una alimentación balanceada y de hábitos saludables, como el ejercicio. También es recomendable evitar el consumo de tabaco y alcohol.

Otra actividad que refuerza nuestra salud de forma indirecta es el cuidado de los recursos naturales, al comprar y utilizar estrictamente lo que necesitamos. Lo anterior no solo tiene como consecuencia muchas ventajas a nivel ambiental y de conservación, sino que nos ayuda a mejorar nuestra salud al disminuir la cantidad de sustancias nocivas que hay en el ambiente, como es el caso de los oxidantes. Si todos actuáramos en este sentido, poco a poco lograríamos que la contaminación disminuyera de manera significativa.

## Actividad

**Propósito:** Reconocer algunos antioxidantes y sus efectos en la materia orgánica.

**Material:**

- Manzana
- Aceite
- Jugo de limón
- Agua
- Charola
- Cuchillo

**Desarrollo:**

- Por equipos corten la manzana en cuartos. Recubran uno de los cuartos con aceite, otro con jugo de limón, otro con agua y el último déjenlo sin recubrimiento.
- Coloquen los cuartos sobre una charola a la intemperie durante unas horas. Registren sus observaciones antes y después del paso de la charola.

**Resultados y conclusiones:**

Investiguen más a fondo sobre los antioxidantes y consideren esta información para contestar en su bitácora las siguientes preguntas:

- En cuanto a sus características iniciales, ¿qué diferencias hay entre los cuatro cuartos de manzana?
- ¿En qué cuarto de manzana observan mayores cambios?
- ¿A qué se debe dicho cambio, si es que lo hay?

Ahora investiguen algunas fuentes de oxidantes que puedan tener en la escuela o en el lugar donde viven, y con base en los conocimientos adquiridos y con la asesoría del profesor, propongan algunas medidas para disminuir tales sustancias (fig. 4.25).

Una vez planteadas estas soluciones, expóngalas ante el grupo y en su comunidad y lleguen a acuerdos para realizar las actividades que estén al alcance de la mayoría.



Figura 4.25. Cuando existe mal funcionamiento de los convertidores eléctricos, la energía se escapa produciendo un oxidante muy poderoso llamado ozono ( $O_3$ ). ¿Sabes qué reacción se lleva a cabo?

Marca con una  el nivel de logro que alcanzaste.

### Aprendizaje esperado

Identifico el cambio químico en algunos ejemplos de reacciones de óxido-reducción en actividades experimentales y en mi entorno.

- |                |          |  |
|----------------|----------|--|
| Nivel de logro | <b>C</b> | Me cuesta identificar el cambio químico en reacciones de óxido-reducción.                            |
|                | <b>B</b> | Identifico el cambio químico en reacciones de óxido-reducción experimentales, pero no en mi entorno. |
|                | <b>A</b> | Si identifico el cambio químico en reacciones de óxido-reducción experimentales y en mi entorno.     |

Con tu maestro resuelve los casos en que tus logros no sean los mejores.

Cierre



### 3.2. Número de oxidación



Figura 4.26. En los zafiros, el  $\text{Cr}^{3+}$  absorbe los colores amarillos y verdes de la luz blanca y solo deja pasar la luz roja y azul.

El cuarzo es un cristal incoloro, claro, formado por dióxido de silicio puro ( $\text{SiO}_2$ ). Sin embargo, existen algunos cuarzos que contienen mínimas cantidades de óxidos, lo que les da la característica de reflejar colores.

Los zafiros azules están formados por óxido de aluminio ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) con impurezas de óxido de hierro ( $\text{Fe}^{2+}$ ) y óxido de titanio ( $\text{Ti}^{4+}$ ), pero si esta gema también tiene trazas de óxido de cromo ( $\text{Cr}^{3+}$ ) resulta que es un rubí rojo (fig. 4.26).

Los elementos de transición tienen muchos usos importantes, uno de ellos es proporcionar color a las gemas. Los iones metálicos como el  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Ti}^{4+}$ ,  $\text{Cr}^{3+}$ , entre otros, absorben ciertos colores de la luz blanca, y reflejan o transmiten los colores de luz restantes, lo cual produce el color de la gema.

El color de las piedras preciosas se logra por la identidad del metal, su número de oxidación y el ion negativo con el que se combina.

Reflexiona:

- ¿En qué parte se encuentran los elementos de transición en la tabla periódica?
- ¿Al  $\text{Cr}^{3+}$  le sobran o le faltan tres electrones? ¿Cómo lo sabes?
- ¿Qué entiendes por número de oxidación?

En general, los iones contienen un solo elemento, sin embargo, algunos contienen más de uno. Un **ion poliatómico** es aquel que tiene dos o más elementos distintos. En este tipo de iones, el grupo de átomos está unido covalentemente cuando los átomos comparten electrones. Aunque los átomos individuales no tienen carga, el grupo como un todo tiene una carga global.

Los compuestos iónicos pueden contener iones metálicos positivos unidos a iones poliatómicos negativos como son  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Ti}^{4+}$  o  $\text{Cr}^{3+}$ ; iones negativos de un no metal como  $\text{NH}_4\text{I}$ , y iones poliatómicos positivos unidos a iones poliatómicos negativos. La suma de todas las cargas positivas y negativas debe ser igual a cero.

#### Oxidación y tabla periódica

En la sección anterior revisamos algunas características de las reacciones de óxido-reducción. Sin embargo, cuando decimos que lo que caracteriza a estas reacciones es la transferencia de electrones, no hemos explicado cómo ocurre este fenómeno. Para explicarlo, los químicos han logrado acuerdos que les permiten estudiar y comprender estas reacciones de manera sistemática. Uno de estos acuerdos es el **número de oxidación**.

© Nueva México

Cuando una reacción redox se realiza, deben estar presentes dos compuestos químicos (molécula, ion, átomo) que juegan el papel de oxidante y otro de reductor. Recordemos que el reductor dona sus electrones, mientras que el oxidante los recibe.

Para conocer el número de electrones intercambiados entre estas dos especies es necesario conocer el número de oxidación de los elementos o compuestos antes y después de que se lleve a cabo la reacción.

Una manera de conocer estos números es a través de la tabla periódica. En ella se muestran los números de oxidación más comunes para cada elemento. Sin embargo, para algunos existen hasta siete números de oxidación, por lo que memorizarlos es complicado. Por fortuna existen algunas regularidades que nos ayudan a conocer estos números.

Primero, cuando se tiene un compuesto iónico, como en el caso de las sales, formado por los elementos de las familias I, II, III y VII, el número de oxidación de los elementos que lo componen coincide con su carga. Por ejemplo, en el cloruro de sodio o sal común ( $\text{NaCl}$ ) la carga del sodio es +1 y su número de oxidación es 1+, mientras que la carga del cloro es -1 y su número de oxidación es 1-.

También podemos generalizar y decir que en los compuestos que están formados por un metal y un no metal, el primer elemento, de izquierda a derecha, tendrá un número de oxidación positivo y corresponderá al número de la familia a la que pertenece.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	H +1,-1																	
2	Li +1	Be +2											B +3,-3	C +2,+4 -4	N +1,+2,+3 +4,+5,-3	O -2	F -1	
3	Na +1	Mg +2											Al +3	Si +4,-4	P +3,+5 -3	S +4,+6 -2	Cl +1,+3,+5 +7,-1	
4	K +1	Ca +2						Fe +2,+3	Co +2,+3	Ni +2,+3	Cu +1,+2	Zn +2	Ga +3	Ge +2,+4	As +3,+5,-3	Se +4,+6 -2	Br +1,+3,+5 +7,-1	
5	Rb +1	Sr +2								Pd +2,+3	Ag +1	Cd +2		Sn +2,+4	Sb +3,+5,-3	Te +2,+4,+6 -2	I +1,+3,+5 +7,-1	
6	Cs +1	Ba +2									Pt +2,+4	Au +1,+3	Hg +1,+2		Pb +2,+4	Bi +3,+5		
7	Fr +1	Ra +2																

Estas dos reglas nos ayudan a determinar el número de oxidación que, como veremos más adelante, será la herramienta principal para establecer el número de electrones que se intercambian entre el oxidante y el reductor. No obstante, estas dos reglas no son suficientes para determinar todos los números de oxidación que necesitaremos, por lo que será necesario incluir algunas que no están ligadas con la periodicidad de la tabla periódica (fig. 4.27).

Figura 4.27. Números de oxidación de algunos de los elementos más representativos de la tabla periódica.

© Nueva México

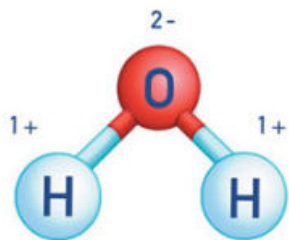


Figura 4.28. Números de oxidación de los átomos de la molécula de agua.

### Cómo determinar el número de oxidación

Como ya se comentó, el número de oxidación de los elementos surge de una convención entre químicos y la manera de asignarlos sigue las reglas siguientes:

1. El número de oxidación de un elemento es siempre cero. Por ejemplo, el número de oxidación del  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{Fe}$ ,  $\text{Br}_2$ , etcétera, es cero.
2. El número de oxidación de los iones atómicos es igual a su carga, por ejemplo, el cloruro de sodio.
3. Esta regla es muy importante: el número de oxidación del átomo de hidrógeno es 1+, con excepción de los hidruros como el  $\text{NaH}$ , donde es 1-.
4. Esta regla también es muy importante: el número de oxidación del oxígeno es 2-, a excepción de los peróxidos,  $\text{H}_2\text{O}_2$ .
5. La suma de los números de oxidación de un compuesto neutro tiene que ser cero.
6. La suma de los números de oxidación de los iones poliatómicos debe coincidir con la carga del ion.

Ahora veamos algunos ejemplos que nos ayudarán a familiarizarnos con la asignación del número de oxidación.

La molécula de agua está formada por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno ( $\text{H}_2\text{O}$ ). Según las reglas 3 y 4, el número que debemos asignar al hidrógeno es 1+ y al oxígeno 2-. Si esto es cierto, según la regla 5, la suma de estos números debe ser igual a cero, ya que nos encontramos frente a un compuesto neutro:  $2(1+) + (2-) = (2+) + (2-) = 0$  (fig. 4.28).

Un ejemplo más complicado es el ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ). Para deducir el número de oxidación de los átomos que lo componen, lo mejor es utilizar las reglas 3 y 4 que nos dicen que el oxígeno tiene número de oxidación de 2-, y como tenemos cuatro átomos de este elemento, el resultado será  $4(2-) = 8-$ .

Por otro lado, el hidrógeno tiene número de oxidación de 1+, y como tenemos dos átomos de este elemento, el resultado será  $2(1+) = 2+$ . Si sumamos estos dos resultados nos queda  $(2+) + (8-) = 6-$ , lo cual es el exceso de carga negativa que debemos neutralizar para cumplir con la regla 5. Por tanto, el átomo de azufre necesariamente debe tener un número de oxidación de 6+, de tal manera que la suma total nos queda

$$(2+) + (6+) + (8-) = 0 \text{ (fig. 4.29).}$$

Hemos podido deducir los números de oxidación de esta molécula compleja a partir de tres sencillas reglas.

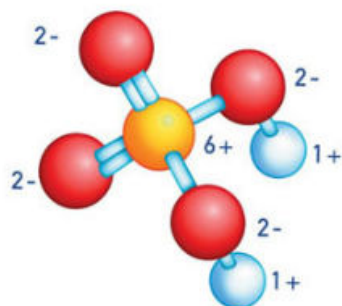


Figura 4.29. Números de oxidación de los átomos de la molécula de ácido sulfúrico.

Veamos otro ejemplo. El nitrato es un ion poliatómico compuesto por un átomo de nitrógeno y tres átomos de oxígeno, además presenta carga negativa de 1- ( $\text{NO}_3^{1-}$ ). Para obtener los números de oxidación recurrimos nuevamente a la regla 4, por lo que los tres átomos de oxígeno sumarán  $3(2-) = 6-$ , y considerando la regla 6, nos debe quedar una carga total de 1-, por lo que escribimos  $(6-) + X = 1-$ , que despejando nos queda  $X = (6+) + (1-) = 5+$ , lo que corresponde al número de oxidación del átomo de nitrógeno. Para rectificar sumamos  $(6-) + (5+) = 1-$ , lo que concuerda con la carga total del ion nitrato, -1 (fig. 4.30).

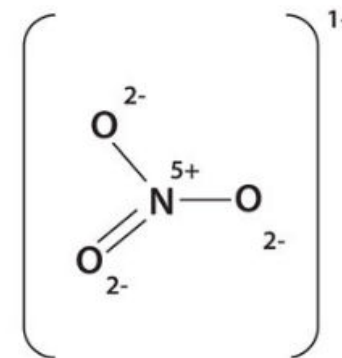


Figura 4.30. Números de oxidación de los átomos del ion poliatómico nitrato.

### Actividad

Con la orientación de su profesor, realicen en equipo la siguiente actividad.

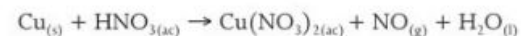
A partir de las reglas para asignar los números de oxidación, determinen estos en los átomos de las siguientes moléculas:

$\text{HCl}$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{O}_2$ ,  $\text{Na}$ ,  $\text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{KMnO}_4$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{HNO}_2$  y  $\text{HCO}_3^{2-}$

Dibujen su fórmula y asignen a cada átomo el número de oxidación correspondiente; no olviden ilustrar los pasos que siguieron mencionando la regla utilizada y las operaciones que debieron resolver.

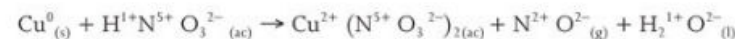
### Fórmulas de óxido-reducción

Para conocer el número de electrones que se transfieren en una reacción de óxido-reducción hemos dado el primer paso. Ahora que podemos asignar este número a cada átomo, será sencillo determinar la dirección y número de electrones transferidos. Veamos como ejemplo la reacción de óxido-reducción entre el cobre metálico ( $\text{Cu}$ ) y el ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ ) que tiene como productos al óxido de nitrógeno ( $\text{NO}$ ), nitrato de cobre II ( $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ ) y agua ( $\text{H}_2\text{O}$ ):



Ya vimos que el índice (ac) significa que se encuentra en disolución acuosa, (s) que es un sólido, (g) que es un gas y (l) que es un líquido.

A partir de las reglas expuestas obtendremos los números de oxidación:



Como se puede observar, los átomos que cambian sus números de oxidación de productos a reactivos son el cobre y el nitrógeno, mientras que el oxígeno y el hidrógeno permanecen con el mismo número de oxidación.

Ahora centremos nuestra atención en los átomos que cambian su número de oxidación. Para esto se debe plantear una reacción llamada semirreacción, donde indicaremos la pérdida o ganancia de electrones que sufrió el

### Conexión

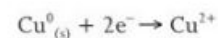
Para saber más sobre el tema, en la videoteca escolar puedes encontrar:

*El mundo de la química. Volumen 8. El electrón activo. VideoSEP.*

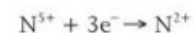


Figura 4.31. La nube contaminante que se distingue debe su coloración marrón principalmente al  $\text{NO}_2$ .

elemento para cambiar su estado de oxidación:



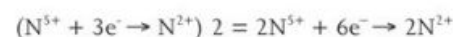
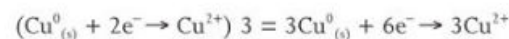
En esta reacción se aprecia que el cobre perdió dos electrones para pasar de cobre 0 a cobre 2+:



donde el nitrógeno pasa de 5+ a 2+, por lo que ganó tres electrones.

Estos resultados nos ayudan a determinar que el cobre está perdiendo electrones, lo que significa que se está oxidando, es un reductor, y por otro lado, que el nitrógeno está ganando electrones, por lo que se está

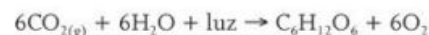
reduciendo, es el oxidante. Pero notarás que mientras el cobre está perdiendo 2 electrones, el nitrógeno está ganando 3, lo cual nos indica que la reacción no está balanceada, ya que el número de electrones que pierde el cobre serán los que debe ganar el nitrógeno. Para balancear la ecuación realizamos lo siguiente:



Con esto queda balanceado el número de electrones que recibe el nitrógeno con los que pierde el cobre, o sea, 6 electrones.

Esta reacción desprende gran cantidad de energía en forma de calor y libera al gas monóxido de nitrógeno (NO), el cual es incoloro, pero al entrar en contacto con el oxígeno del aire reacciona inmediatamente para generar el dióxido de nitrógeno ( $\text{NO}_2$ ), el cual tiene color marrón y es muy irritante. Seguramente lo has observado cuando los niveles de contaminación en una ciudad son muy altos. Por lo regular este gas forma una capa color café sobre el cielo de las ciudades muy pobladas (fig. 4.31).

Las reacciones de óxido-reducción son vitales para los seres vivos, por ejemplo la fotosíntesis:



Se trata de una reacción redox que permite a las plantas verdes y otros organismos fotosintéticos generar masa orgánica, que utilizan como alimento y estructura, a partir del dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) y agua; además, tiene como producto el oxígeno que todos los seres aerobios, incluidos los humanos, necesitamos para respirar. Por cierto, la respiración también es una reacción redox:



© Nueva México

Y parece la reacción inversa de la fotosíntesis.

La importancia de las reacciones redox también se encuentra en la industria química, pues en casi todos sus procesos para generar materiales y productos, interviene alguna reacción de óxido-reducción.

En la vida cotidiana, un ejemplo de reacción redox lo tenemos en la fotografía. Los rollos fotográficos tienen un soporte plástico cubierto con una capa de gelatina que tiene millones de granos de bromuro de plata. Cuando la luz choca contra un grano, hace que algunos iones bromuro cedan electrones, oxidándose hasta bromo elemental. Los electrones se transfieren a los iones de plata, reduciéndolos hasta átomos de plata metálica. Ahora estos granos están activados.

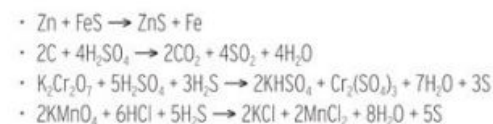
Los reveladores químicos continúan la reacción redox haciendo que los granos activados se conviertan en plata metálica. En las zonas en las que es más brillante la luz, se activan más granos y después del revelado se convierten en zonas más oscuras.

## Actividad

**Propósito:** Analizar los procesos de transferencia de electrones en algunas reacciones de óxido-reducción.

**Desarrollo:**

- Investiguen por equipos algunas de las principales reacciones redox que utiliza la industria química para generar diversos materiales y productos.
- Escriban la reacción y sus semirreacciones; indiquen y expliquen cuál es el oxidante y cuál el reductor, y balanceen la carga si es necesario.
- Mencionen el propósito que tiene esta reacción y en qué tipo de productos tiene efecto.
- Escriban las semirreacciones para las siguientes reacciones de óxido-reducción; indiquen y expliquen cuál es el oxidante y el reductor y balanceen la carga si es necesario:



**Resultados y conclusiones:**

Registren sus observaciones en la bitácora. Para ello deben ubicar a los elementos en la tabla periódica y considerar la información que esta proporciona con el fin de analizar los procesos de transferencia de electrones de algunas reacciones redox en los procesos naturales e industriales.

Con el profesor como moderador, expongan en el salón de clase sus resultados. Al finalizar comparen sus respuestas con el resto del grupo y elaboren una conclusión.

© Nueva México

## Conexión

Para saber más sobre el tema, en la videoteca escolar puedes encontrar:

*El mundo de la química. Volumen 8. El protón en química. VideoSEP.*

Cierre

Marca con una ✓ el nivel de logro que alcanzaste

### Aprendizaje esperado

Relaciono el número de oxidación de algunos elementos con su ubicación en la tabla periódica.

- |                |   |  |
|----------------|---|--|
| Nivel de logro | C | Me cuesta relacionar el número de oxidación de algunos elementos con su ubicación en la tabla periódica. |
|                | B | Relaciono el número de oxidación de muy pocos elementos con su ubicación en la tabla periódica.          |
|                | A | Puedo relacionar el número de oxidación de algunos elementos con su ubicación en la tabla periódica.     |

Con tu maestro resuelve los casos en que tus logros no sean los mejores.

Marca con una ✓ el nivel de logro que alcanzaste

### Aprendizaje esperado

Analizo los procesos de transferencia de electrones en algunas reacciones sencillas de óxido-reducción en la vida diaria y en la industria.

- |                |   |  |
|----------------|---|--|
| Nivel de logro | C | Me cuesta analizar los procesos de transferencia de electrones en reacciones sencillas de óxido-reducción. |
|                | B | Analizo algunos procesos de transferencia de electrones en pocas reacciones sencillas de óxido-reducción.  |
|                | A | Si analizo procesos de transferencia de electrones en algunas reacciones sencillas de óxido-reducción.     |

Con tu maestro resuelve los casos en que tus logros no sean los mejores.

## ¿Cuál es el impacto de los combustibles y posibles alternativas de solución?

El objetivo de este proyecto de investigación es que tú y tus compañeros de equipo refuercen algunos de los temas aprendidos durante el bloque, y que con ayuda del profesor, compañeros y recursos bibliográficos, logren integrar estos conocimientos y compartirlos con la comunidad.

### Dependencia de los combustibles fósiles

Desde la Revolución Industrial, cuando el ser humano inició la explotación masiva de combustibles para hacer funcionar distintos tipos de máquinas de su invención, el uso de los combustibles ha ido aumentando de forma constante.

Esto se debe a que en un inicio su extracción era relativamente simple, por ejemplo, tratándose de combustibles fósiles, los pozos de petróleo se encontraban a baja profundidad y en tierra firme. Pero con el paso de los años, estos yacimientos se fueron agotando y la demanda de combustibles aumentó, de tal manera que se buscaron otros nuevos yacimientos, pero cada vez más profundos, por lo que su costo de extracción se encareció.

En la actualidad es necesario colocar plataformas en mar abierto para extraer el petróleo que yace a muchos kilómetros por debajo del suelo submarino, por lo que los precios siguen aumentando. Además de la dificultad de extracción, el petróleo es un combustible no renovable, es decir, no es posible que los ciclos naturales regeneren reservas en tiempos lo suficientemente pequeños para que el ser humano las aproveche; en otras palabras, significa que para que estas reservas vuelvan a estar disponibles, se necesitarían millones de años.

En la actualidad, la principal fuente de energía explotable por la humanidad se obtiene al quemar combustibles fósiles. Desgraciadamente, los productos resultantes de la reacción de óxido-reducción que libera la energía utilizable tiene efectos nocivos para el ambiente y la humanidad.

Para empezar, los combustibles fósiles son ricos en azufre y nitrógeno, y al ser quemados producen los óxidos de azufre y de nitrógeno, que se cuentan entre los principales contaminantes de las ciudades. Los óxidos de azufre, por ejemplo, son responsables de la lluvia ácida, ya que reaccionan con el agua de lluvia y producen ácido sulfúrico, que destruye bosques enteros, ciudades, que envenena la tierra y aumenta la erosión del suelo.

Los óxidos de nitrógeno son responsables del color café que normalmente se aprecia en ciudades y zonas industrializadas; tienen graves efectos en la salud, pues son causantes de problemas respiratorios e incluso pueden provocar la muerte (fig. 4.32).

Si les ha resultado interesante esta propuesta, la pueden considerar para elaborar su proyecto. Estas preguntas pueden servirles como guía:

- ¿Cuáles son las fuentes de energías alternas?
- ¿Qué es la ecología verde?
- ¿Qué es un material no renovable?

Elegido el tema, lleguen a acuerdos para saber cómo lo van a desarrollar, o planteen otro tema de su interés que esté relacionado con los contenidos del bloque, puesto que deberán poner en práctica todos los conocimientos y habilidades adquiridos. Por ejemplo, si les interesa más el tema: **¿Cómo evitar la corrosión?**, por ejemplo, la provocada por la lluvia ácida, consecuencia de la contaminación ambiental, les sugerimos las siguientes preguntas guía:

- ¿Cuáles son las reacciones que produce la lluvia ácida?
- ¿Qué elementos están involucrados?
- ¿Qué se puede hacer para contrarrestar sus efectos?

Sea cual fuere el tema elegido, recuerden colaborar con el equipo. Escuchen atentamente la opinión de cada integrante para tomar decisiones.

### Etapa 1: Planeación

Es momento de que tomen parte en el asunto. Ahora ya saben de qué se trata el tema. Su proyecto puede iniciar con una investigación, de tal modo que en buena medida podrán plantearse preguntas sobre las cuales deberán dar respuesta.

Si desean desarrollar: **¿Cuál es el impacto de los combustibles y las posibles alternativas de solución?**, pueden iniciar investigando sobre los daños producidos por el uso de combustibles (fig. 4.33) y su uso de forma individual. Veamos un ejemplo:

Un objetivo posible pudiera ser: **¿Cuál es la mejor alternativa para disminuir mi huella ecológica reduciendo el uso de gasolina producto del medio de transporte que utilizo para llegar a la escuela?** Pueden realizar una serie de actividades para obtener datos analizables que los lleven a encontrar la respuesta.

Pueden investigar la cantidad de kilómetros que separan su hogar de la escuela. También será necesario conocer el medio de transporte que utiliza la mayoría de las personas, ustedes en particular. En caso de contar con un automóvil, investiguen cuál es el consumo en kilómetros por litro de gasolina. Con esta información conocerán la cantidad de litros de combustible que gastan diariamente para llegar a la escuela por este medio. Después tendrán que analizar el gasto de gasolina de algunos medios de transporte alternativos y compararlos con el que planearon.

Podrían llegar a la conclusión de que por medio de un auto particular gastan más combustible en comparación con otros medios de transporte a su alcance (no dejen de lado el número de pasajeros, ya que si dividimos este gasto entre la cantidad de asientos con los que cuenta el automóvil, llegarán a nuevas conclusiones). También pueden pensar que por la distancia y las condiciones del camino les es posible llegar en bicicleta o caminando.



Figura 4.33. A gran escala, el calentamiento global también es consecuencia de la quema de combustibles fósiles. Deshielo de glaciares.



Figura 4.32. La contaminación ambiental de las grandes ciudades es uno de los efectos evidentes del uso desmedido de combustibles fósiles.

### Glosario

**huella ecológica.** Indicador que mide el impacto sobre el planeta de una determinada forma de vida, y la capacidad de este para regenerarse.

No olviden utilizar tablas, gráficas, esquemas y otros medios que les ayuden a organizar y contrastar la información obtenida.

Como primer paso elaboren un plan de trabajo. Para este proyecto ya saben cómo desarrollarlo.

Les recordamos hacer una predicción de lo que podrían encontrar como respuesta en su proyecto, es decir, la hipótesis. Antes de decidir las actividades que se realizarán a lo largo del proyecto es importante revisar lo que se sabe del tema elegido, ya sea lo que se aprendió en el bloque o lo que se conoce de grados anteriores. Es una buena idea anotar lo en el cuaderno para después compartirlo con el resto del equipo.

Ahora sí, que comience el reparto de actividades. Les recomendamos hacer un cuadro como el que sigue.

Plan de trabajo		
Fase	Fecha	Responsable
<b>1. Planeación</b>		
Selección del tema del proyecto		
Formulación de la hipótesis		
Identificación de herramientas		
<b>2. Desarrollo</b>		
Recopilación de la información		
Organización y análisis de la información		
Obtención de resultados		
Selección del formato del producto		
Elaboración del producto final		
Elaboración de las herramientas de comunicación		
<b>3. Comunicación</b>		
Difusión de la presentación del producto final		
Presentación del producto ante la comunidad		
<b>4. Evaluación</b>		
Realización del informe o sesión de discusión		

Cuando se les asigne alguna actividad para la planeación del proyecto, adopten una actitud de responsabilidad y compromiso para obtener los mejores resultados.

Planeen preguntas para entrevistar a los especialistas en el tema, y a elementos del personal capacitado de los lugares a los que vayan a investigar.

## Etapa 2: Desarrollo

Antes de empezar amplíen su marco de referencia, es decir, investiguen más sobre los combustibles fósiles, cómo se utilizan y cómo impactan en las zonas donde se queman; en pocas palabras, todo lo que puedan saber sobre estos energéticos.

© Nueva México

Con ayuda de su profesor y equipo de trabajo, indaguen sobre posibles fuentes bibliográficas que amplíen sus conocimientos, intercambien ideas, datos e inquietudes.

Las principales fuentes de información son los libros, las revistas de investigación, etcétera, que puedan encontrar en bibliotecas públicas.

En estos tiempos el uso de herramientas digitales como páginas web o manuales que se pueden descargar a una computadora, facilita mucho el proceso de obtención de información. Sin embargo, sean muy escrupulosos al momento de elegir sus fuentes de información, lo mejor es que estén respaldadas por algún órgano académico, gubernamental o civil que dé fe de la veracidad de su contenido.

Un ejemplo de estos recursos es el Museo Interactivo de Economía de la Ciudad de México (fig. 4.34) donde existe una sala de exposición interactiva que nos enseña qué es el desarrollo sustentable y cómo podemos ayudar a esta causa. También existen páginas como:

- [www.vidasostenible.org/CIUDADANOS/a1.asp](http://www.vidasostenible.org/CIUDADANOS/a1.asp) donde pueden contestar un cuestionario que habla sobre el impacto como individuo sobre el ambiente (huella ecológica). (Fecha de consulta: 14 de noviembre de 2013.)
- [http://myfootprint.org/es/visitor\\_information/](http://myfootprint.org/es/visitor_information/) donde se explica qué es la huella ecológica y cómo la podemos disminuir en pos del ambiente y de nuestra supervivencia como especie. (Fecha de consulta: 14 de noviembre de 2013.)
- Monroy, Maru. "Alto al calentamiento global", en *Revista del consumidor*, núm. 376, PFC, junio de 2008, p. 78.
- Tonda, J. *El oro solar y otras fuentes de energía*, México, FCE, 1993.
- Centro de Investigación en Energía de la UNAM: [xml.cie.unam.mx/xml](http://xml.cie.unam.mx/xml) (Fecha de consulta: 14 de noviembre de 2013.)
- Notas periodísticas actuales sobre energías renovables: [www.energias-renovables.com](http://www.energias-renovables.com) (Fecha de consulta: 14 de noviembre de 2013.)
- <http://tecnotic.wordpress.com/category/tecnologias-3o-eso/tema-5-energia/> (Fecha de consulta: 14 de noviembre de 2013.)

Este tipo de organizaciones, que se distinguen por tener en la dirección web de sus páginas el dominio de internet.org, les serán de gran ayuda, pues suelen proveer información verificable. En este tipo de fuente pueden encontrar información muy confiable y sobre todo interesante.

Es importante que incluyan un informe sobre lo que se trabajó a lo largo del proyecto. Este informe debe incluir:

- Título.
- Destinatario (muestra a quién dirigimos el trabajo).
- Fundamentación (establece el porqué del proyecto, y muestra la pregunta de investigación).
- Objetivo (meta o logro por alcanzar).
- Actividades (lista de las mismas).
- Evaluación.
- Fuentes bibliográficas consultadas.

© Nueva México



Figura 4.34. El Museo Interactivo de Economía es único en su tipo en el mundo, pues además de estar dedicado a la economía y las finanzas, pone énfasis en el desarrollo sustentable.

## Conexión

¿Cómo se reportan las fuentes bibliográficas? Si utilizaste un libro, revista o página web, al término de tu proyecto deberás escribir el nombre del autor, año de publicación, título, editorial o datos de la revista. En caso de que la fuente sea una página web, deberás escribir la fecha de consulta. Revisa al final de este libro la bibliografía para que tengas una referencia.

Pónganse de acuerdo en el equipo y redacten el informe. Antes de entregarlo, muéstréntenlo a su profesor para que haga observaciones y puedan corregirlo.

Recuerden que es importante hacer un alto al finalizar cada etapa para evaluar el trabajo realizado. Comiencen por evaluar el desempeño y la participación de cada integrante del equipo para después evaluar al resto de los compañeros. Al compartir la evaluación con su equipo no olviden ser respetuosos y tomar las observaciones como oportunidades para mejorar su trabajo.

### Etapa 3: Comunicación



Figura 4.35. La bicicleta es un medio de transporte alternativo 100% amigable con el ambiente; además, mantiene en forma a los usuarios.

Una vez que concluyan sobre el efecto que tienen algunas de sus actividades de consumo sobre el ambiente por el uso de combustibles fósiles, podrán decidir las alternativas que pueden tomar para disminuir este daño. Recuerden que cualquier actividad humana tiene consecuencias y hasta el momento no podemos dejar de generar algún efecto nocivo producto de esta, pero sí disminuirlo (fig. 4.35).

Esto nos garantiza a todos un mejor futuro, en el cual podamos contar con la energía suficiente para transportarnos, alimentarnos, resguardarnos de la intemperie y convivir con la Naturaleza a la cual estamos tan estrechamente ligados y cuya su desaparición podría acarrear la nuestra.

Aunque el esfuerzo individual es la fuente de los grandes cambios, es importante que logremos que el mayor número de individuos sumen sus esfuerzos para lograr el objetivo. Para esto será necesario que discutan, analicen e intercambien puntos de vista. Dialoguen con los demás equipos sobre este punto y recuerden que el impacto que generen en sus espectadores depende del método y la forma que utilicen para divulgar la información.

Existen muchos recursos para llevar a cabo este proceso, elijan el que más se adecue al tipo de proyecto que realizaron. Por ejemplo, si decidieron realizar una investigación acerca de las posibles fuentes de energía que disminuyen el impacto ambiental, encuentren la manera de presentar esta información de manera visual para que sea agradable y fácil de entender, utilizando diagramas, gráficas y esquemas que logren este objetivo.

Si cuentan con algún medio electrónico para exponer, pueden hacer uso de páginas como [www.prezi.com](http://www.prezi.com), con el fin de generar una presentación muy agradable para los espectadores.

No olviden incluir las referencias de donde obtuvieron la información, ya que con este punto lograrán que los datos que expongan sean fiables y que los espectadores tengan la seguridad de que lo que transmiten es verificable, logrando así un mayor impacto.

© Nueva México

Algunos otros recursos disponibles para comunicar el proyecto son el uso de periódicos murales si se trata de divulgar la información en la comunidad escolar, presentaciones o exposiciones para la divulgación en el salón de clases, incluso una obra de teatro para la divulgación masiva (en la comunidad), conferencias, trípticos, etcétera.

Organicen alguna manera de expresar los resultados de su investigación al resto de la comunidad; incluyan a sus familias, amigos y vecinos. Todos ellos son individuos que utilizan diariamente los combustibles fósiles y si logran informarlos y convencerlos con respecto al uso responsable de los mismos, lograrán que su comunidad tenga una mejor calidad de vida (fig. 4.36).



Figura 4.36. Es importantísimo dar a conocer los resultados de su proyecto; para ello, pueden utilizar carteles, presentaciones, videos, entrevistas, etcétera.

### Etapa 4: Evaluación

Una vez que hayan comunicado y compartido su proyecto, regresen a esta sección para realizar su autoevaluación.

Es importante que para responder sean claros y honestos. Esta sección sirve para que asuman sus errores, reflexionen acerca de su actitud, identifiquen qué características favorecen el trabajo en equipo y que, con base en todo eso, obtengan mejores resultados en el siguiente bloque de proyectos.

No olviden que tanto de manera individual como en equipo deben tener en cuenta los diversos criterios de evaluación expuestos en el bloque 1; pónganse de acuerdo entre todos ustedes y aplíquenlos. Tampoco olviden que para la evaluación grupal pueden guiarse respondiendo preguntas como las siguientes:

- Como equipo, ¿cumplieron con sus objetivos? ¿Están satisfechos con los resultados?
- ¿Cómo eligieron el proyecto?
- ¿Qué aprendieron?
- ¿Cuáles fueron las principales dificultades enfrentadas y sus mejores logros?
- ¿Qué habilidades y actitudes desarrollaron o fortalecieron con el trabajo?
- ¿Cómo podrían mejorar en su siguiente proyecto? ¿Qué podrían sugerir a otros integrantes de su equipo?

Ahora reúnanse en equipo y revisen los comentarios que les hicieron los espectadores al final de su presentación. Evalúen qué críticas constructivas les hicieron para mejorar y en qué punto deben reforzar más su trabajo.

Compartan su experiencia de evaluación con el grupo. Escuchen la experiencia de los demás alumnos y también la de su maestro. En realidad, los comentarios de los compañeros de clase y del profesor mismo son invaluableles al momento de sopesar su desempeño en función de los resultados obtenidos.

Hagan acuerdos y compromisos para que su siguiente experiencia en la realización de proyectos sea más exitosa.

© Nueva México

# Evaluación del bloque 4

Lee el siguiente reactivo y registra las respuestas en tu cuaderno.

## Alimentos industrializados



Desde tiempos remotos los seres humanos descubrieron que para mantener los alimentos en un estado adecuado para su consumo, era necesario utilizar una serie de sustancias para mantenerlos en buen estado de conservación. Ejemplo de ello es salar los alimentos. Es bastante común encontrar carnes y pescados con una gran cantidad de sal como conservador.

Este efecto se logra gracias a que los microorganismos no pueden subsistir en medios tan salinos. Este método también se aplica en salmueras, que es agua saturada con cloruro de sodio para conservar vegetales inmersos en ellos.

Otra manera de conservar los alimentos es sumergirlos en una disolución concentrada al

20% de ácido acético, llamada vinagre, que al igual que la sal impide el crecimiento de microorganismos gracias a su bajo pH.

Estos métodos tienen la ventaja de conservar, pero la desventaja de destruir una gran cantidad de propiedades de los alimentos.

Hoy es muy común encontrar en el mercado una gran cantidad de productos que contienen ácidos, como el benzoico, dihidroacético, ascórbico, incluidos en una gran cantidad de alimentos industrializados, que en muchos casos no solo actúan como conservadores sino también como un ingrediente que confiere sabores agradables a los alimentos industrializados. Desgraciadamente, el consumo excesivo de estos productos disminuye el pH dentro del estómago humano, lo que a corto plazo predispone a las agruras, y a largo plazo, a gastritis o úlceras.

1. Dos de las siguientes sustancias se utilizan como conservadores de alimentos. Elige cuáles son:

- A Cloruro de sodio
- B Ácido sulfúrico
- C Ácido acético
- D Hidróxido de sodio

© Nueva México

2. Si el cloruro de sodio y el hidróxido de sodio tienen en común un elemento (sodio), ¿por qué uno de ellos se puede utilizar para conservar alimentos y el otro no? ¿Qué los hace distintos? Explica de acuerdo con la naturaleza química de ambos.

---

---

3. Si el ácido acético se utiliza como conservador de alimentos por su bajo pH, ¿por qué no se utiliza el ácido clorhídrico, que tiene un pH aún menor? Explica.

4. Escoge las palabras que complementan la siguiente afirmación:

Si los alimentos con pH \_\_\_\_\_ son consumidos en exceso, pueden producir enfermedades como \_\_\_\_\_.

- A Ácido, neuropatías
- B Ácido, gastritis y úlcera
- C Básico, neuropatías
- D Básico, gastroenteritis

5. ¿Qué alimentos es recomendable evitar para prevenir la gastritis?

- A Alimentos industrializados
- B Alimentos orgánicos
- C Frutas y hortalizas
- D Carne roja y blanca

6. Otra manera de disminuir la acidez de los alimentos es:

- A Evitar los vegetales
- B Generar su descomposición
- C Evitar las harinas y panes
- D Tomar agua diariamente

7. Consumir con frecuencia alimentos muy grasosos y picantes puede alterar la acidez natural del estómago y provocar agruras. Un remedio rápido y fácil contra las agruras es consumir un antiácido, por ejemplo, bicarbonato de sodio o leche de magnesia. Explica qué tipo de reacciones se llevan a cabo en el estómago en presencia de estos antiácidos.

---

---

---

---

© Nueva México

Lee el siguiente reactivo y registra las respuestas en tu cuaderno.

### Arseniato, un contaminante del agua



El ion arseniato ( $\text{AsO}_4^{3-}$ ) es una especie química que al combinarse con algún catión metálico genera minerales que se encuentran en el suelo, como el arseniato de plomo.

Muchos suelos pueden tener este tipo de minerales como parte de su composición y presentar una estabilidad grande, lo cual significa que se mantendrán de esa forma si no hay grandes cambios en el medio. Sin embargo, cuando se presenta actividad humana es muy probable

que se generen dichos cambios, por ejemplo el uso de fertilizantes, desechos fecales, actividad industrial, explotación de la tierra, etcétera.

Por ejemplo, cuando se siembran plantas de café (cafetales), la naturaleza de esta planta genera una disminución en el pH del suelo, lo que produce las condiciones idóneas para que estos minerales sufran reacciones ácido-base que los transforman en arseniatos de amonio y arseniatos de metales alcalinos, los cuales son solubles en agua.

Estas especies de arseniatos se disuelven en el agua de riego transmitiéndose a los mantos acuíferos y llegan a las reservas de agua de poblaciones cercanas. Tanto los animales silvestres como los seres humanos que consumen esta agua pueden sufrir de envenenamiento, paro del sistema circulatorio, destrucción de glóbulos rojos, daños en el riñón y trastornos del sistema nervioso.

**1. Escoge las palabras que complementan la siguiente afirmación:**

Al combinarse con algún catión \_\_\_\_\_ los arseniatos generan minerales estables que por reacciones \_\_\_\_\_ en el suelo se transforman en otra especie.

- A Metálico, ácido-base
- B Inorgánico, metálico
- C Inestable, ácido base
- D No metálico, térmicas

**2. ¿Qué sucede con los arseniatos de amonio al caer el agua de riego?**

- A Se filtran a los mantos acuíferos
- B Generan su descomposición
- C Se evaporan cuando sale el Sol
- D Se neutralizan con el agua

© Nueva México

Lee el siguiente reactivo y registra las respuestas en tu cuaderno.

### El óxido de hierro



Existe una reacción de óxido-reducción que genera la destrucción de herramientas, techos, cascos de barcos, automóviles, esculturas, entre muchos otros. Esta es la que se da entre el elemento hierro y el oxígeno.



Es tan común que seguramente has visto alguna pieza metálica totalmente cubierta de un polvo color rojo que es muy distinto de las propiedades que presenta el metal.

**1. De seguro te ha impresionado que aun cuando el hierro parece muy resistente, pueda ser degradado por sustancias tan inocuas como el aire y el agua. ¿Por qué si nosotros estamos en constante contacto con el agua y el aire, no nos ocurre lo mismo que al hierro?**

**2. Escoge las palabras que complementan la siguiente afirmación:**

El oxidante en la reacción que da lugar al herrumbre es \_\_\_\_\_, por lo que el reductor es \_\_\_\_\_.

- A Zinc, oxígeno
- B Oxígeno, hierro
- C Oxígeno, zinc
- D Hierro, oxígeno

**3. Escoge las palabras que complementan la siguiente afirmación:**

Cuando un oxidante gana electrones se \_\_\_\_\_ y cuando un reductor los pierde se \_\_\_\_\_.

- A Oxida, reduce
- B Minimiza, amplía
- C Reduce, oxida
- D Amplía, minimiza

**4. ¿Cuáles son los números de oxidación del oxígeno y el hierro antes y después de la reacción?**

- A O: de 0 a 2<sup>+</sup> y Fe: 0 a 3<sup>+</sup>
- B O: de 1<sup>-</sup> a 2<sup>+</sup> y Fe: 0 a 3<sup>+</sup>
- C O: de 0 a 2<sup>-</sup> y Fe: 0 a 3<sup>+</sup>
- D O: de 0 a 1<sup>-</sup> y Fe: 0 a 3<sup>+</sup>

**5. Otro posible producto de la reacción entre el oxígeno y el hierro es:**

- A  $\text{FeO}_2$
- B  $\text{Fe}_2\text{O}_2$
- C FeO
- D  $\text{Fe}_3\text{O}_2$

© Nueva México





## Química y tecnología

El conocimiento químico necesita de su aplicación para ser aprovechado. En este bloque tienes oportunidad de integrar y aplicar los aprendizajes esperados y las competencias adquiridas en el curso, a través de una serie de proyectos que tienen como base los múltiples alcances de la química a través de la tecnología, y que en sus diversas aplicaciones tienen impacto en la vida diaria de las personas y del planeta mismo.

Entre otros temas, con tus compañeros de equipo podrás investigar cómo se sintetiza un material elástico o cómo se elaboran los cosméticos; podrás incluso proponer alternativas para dejar de utilizar los derivados del petróleo y sustituirlos por otros compuestos. La elección es tuya.



¿Podemos sustituir los productos derivados del petróleo? Si bien esta tecnología contribuye al bienestar humano, también conlleva grandes riesgos.

### Aprendizajes esperados

- Plantea preguntas, realiza predicciones, formula hipótesis con el fin de obtener evidencias empíricas para argumentar sus conclusiones, con base en los contenidos estudiados en el curso.
- Diseña y elabora objetos técnicos, experimentos o modelos con creatividad, con el fin de que describa, explique y prediga algunos procesos químicos relacionados con la transformación de materiales y la obtención de productos químicos.
- Comunica los resultados de su proyecto mediante diversos medios o con ayuda de las tecnologías de la información y la comunicación, con el fin de que la comunidad escolar y familiar reflexione y tome decisiones relacionadas con el consumo responsable o el desarrollo sustentable.
- Evalúa procesos y productos considerando su efectividad, durabilidad y beneficio social, tomando en cuenta la relación del costo con el impacto ambiental.

# Proyectos: ahora tú explora, experimenta y actúa. Integración y aplicación

## Los proyectos de este bloque

En las páginas siguientes se ofrece información básica sobre cada una de las opciones de proyecto propuestas en este bloque. La intención es que, reunidos por equipos, analicen la información y decidan entre todos, de acuerdo con sus posibilidades y sus propias inquietudes, qué proyecto les atrae más, ya sea porque el tema es de su interés, ya porque representa un reto para ejercitar los conocimientos, habilidades y actitudes adquiridos en este curso. Lo importante es que haya consenso en la elección del proyecto a realizar.

Una vez elegido el proyecto, es necesario atender esta guía general para la elaboración de proyectos. Procuren seguir la metodología propuesta, con la seguridad de que con su entusiasmo y sus conocimientos y, por supuesto, con la guía de su profesor, seguramente llegarán a buen puerto. ¡Enhorabuena!

En este bloque, al igual que al final de cada uno de los anteriores, condensaremos todo lo aprendido en la realización de una gran variedad de proyectos. Cada uno de los nuevos proyectos que te proponemos aquí debe ser muestra de tus aspiraciones de investigación, para que sigas desarrollando poco a poco tus competencias científicas.

A partir de estos proyectos, que se desarrollarán con base en cuestionamientos diversos, pretendemos integrar, mediante el estudio de este libro, todos los conocimientos relacionados con la química aprendida. Con el apoyo de tu profesor y tus compañeros, construirás estos conocimientos y métodos de trabajo.

A modo de resumen, enunciaremos las partes que no debes perder de vista al realizar estos proyectos. Debido a que en tus cursos de ciencias pasados ya te has enfrentado a la elaboración de proyectos, y en este mismo curso, a los proyectos de los bloques anteriores, daremos una breve descripción de la metodología, con la finalidad de arraigar más estos conceptos en tu percepción científica recientemente consolidada.

## Planeación

En esta etapa los integrantes del equipo de trabajo discuten el tema de su proyecto. Pueden elegir cualquiera de los aquí propuestos, o presentar otro del interés de todos. La elección del tema se hace mediante una pregunta sobre un problema que debe solucionarse. En este bloque 5 hay siete preguntas propuestas, siete posibles temas para realizar siete proyectos, de los cuales pueden escoger uno (fig. 5.1).



Figura 5.1. Los proyectos son un entrenamiento para acercarse al trabajo de los químicos en el laboratorio.

© Nueva México

Una vez elegido el tema se debe iniciar el planteamiento de la o las preguntas que darán lugar a la búsqueda de información necesaria para sustentarlas, así como los objetivos de la investigación. El problema aquí es cómo plantearse esas preguntas, con qué objetivo, en qué momento hacerlas; más aún, para qué servirán.

Para definir estas interrogantes es esencial la guía del profesor, quien con su experiencia puede sugerirles algunas opciones. Sin embargo, tengan en cuenta que cualquiera de las preguntas propuestas debe cumplir los siguientes requisitos: a) No responderse con un simple sí o no. b) Ser una pregunta en la que se relacionen dos o más situaciones. c) Permitir el desarrollo del proyecto.

Por ejemplo, supongamos que están tratando el tema de la contaminación del aire por los gases producidos en la industria (un tema no propuesto en este bloque). Al investigar sobre el tema, aparece la palabra *aerosol*. De inmediato vienen a la mente las latas de pintura. Pero más allá de que el aerosol sea una más de las posibles presentaciones de la pintura, con respecto a la contaminación del aire la palabra aerosol puede tener relación directa con todas aquellas partículas suspendidas en el aire que poseen un tamaño específico, el cual oscila entre 2.5 y 10 micrómetros, realmente muy pequeño. Al respecto, algunas posibles preguntas serían:

- ¿Son los aerosoles los únicos causantes de la contaminación del aire?
- ¿Qué tanto contamina el aire el uso de aerosoles?
- ¿Qué efectos tiene el uso de aerosoles en el ambiente?

Elegida la o las preguntas, antes de continuar elaboren un cronograma donde incluyan todas las actividades por realizar, las fechas de conclusión y el responsable de cada una: búsqueda de información, sistematización, contraste de la información en el equipo, resumirla, verificar si responde las preguntas derivadas del tema principal, transcripción de resultados, elaboración de conclusiones, redacción del informe, de la presentación, ensayar la presentación, la presentación misma, etcétera.

## Desarrollo

Se refiere a todas las actividades que deben llevar a cabo los miembros del equipo y que ya se mencionaron en el párrafo anterior, cuidando que se cumplan las fechas y los objetivos de la investigación, para lo cual la pregunta o las preguntas guía son esenciales. Si hay que llevar a cabo un experimento o una actividad en especial, o consultar a especialistas en alguna materia, es el momento de hacerlo. Todo aquello que contribuya a ahondar en el tema debe hacerse en esta etapa.

© Nueva México

**La información.** La información que utilicen para el desarrollo de su proyecto debe estar respaldada por un organismo reconocido, académico, civil o gubernamental. Siempre consideren sus fuentes de información; de nada sirve que obtengan información detallada sobre los aerosoles y su dispersión en el aire, si el público al que presentarán la investigación no tiene los conocimientos necesarios para entenderla (fig. 5.2).



Figura 5.2. Cuiden que las fuentes de información para su proyecto sean fidedignas.



**Figura 5.3.** Las fichas de trabajo y bibliográficas ayudan a ordenar la información. El trabajo en equipo es esencial.

El orden en que exhiben la información y la analizan también es importante. Por ejemplo, en el proyecto del bloque 3 sobre la elaboración de jabones caseros, primero debieron saber qué ingredientes o reactivos eran necesarios, y a su vez tuvieron que investigar las medidas de precaución necesarias al manipular los ingredientes. De esta forma se crea una guía de información que ayuda a no perderse en las muchísimas fuentes de información consultadas, así como a organizar y mantener un orden bibliográfico de las mismas.

Por lo anterior, es muy importante mantener un registro organizado de las fuentes consultadas: libros, páginas web, manuales, etcétera. De preferencia, este registro debe incluir los nombres de los autores, la editorial, las páginas consultadas, la dirección web, el año en que fue publicada dicha información, entre otros datos. Para ello es conveniente la elaboración de fichas tanto bibliográficas como de trabajo que ayuden a ordenar toda la información. En su clase de español ya debieron haber visto cómo se elaboran estas fichas. Consúltenlo con el profesor respectivo (fig. 5.3).

En ocasiones habrá preguntas cuya respuesta requerirá de un poco más del nivel de comprensión que poseen sobre ciertos temas. En esos casos es conveniente acercarse al profesor para exponer todas sus dudas.

En algunos casos será conveniente seguir una dirección distinta de la que se tenía planeada, modificando las preguntas clave, todo con la finalidad de facilitar la obtención de información.

Seguiremos insistiendo en que las fuentes de información consultadas en internet deben poseer un carácter veraz en cuanto a los datos que provean, por tanto, es de vital importancia que consulten aquellas desarrolladas por universidades, institutos de investigación, centros de información gubernamentales u organizaciones civiles debidamente acreditadas; incluso pueden ser de otros países.

Volviendo a nuestro ejemplo sobre los aerosoles, supongamos que encuentran un documento escrito por investigadores de la Universidad Nacional de Colombia, que trata de manera sencilla y profunda el tema. Cuando se trata de investigadores serios, las bases que sustentan toda la información son reales y confiables, por tanto, no importa de dónde provenga la investigación.

De hecho, este es uno de los detalles más interesantes y magníficos que la tecnología nos ha provisto recientemente: la capacidad de intercambio de información a través de Internet, que nos permite saber qué está sucediendo en cualquier parte del mundo.

**Las conclusiones.** Una vez obtenida toda la información y realizadas todas las actividades necesarias, hay que verificar que respondan satisfactoriamente a las preguntas planteadas. De igual forma, una vez recabada toda la información, todas las evidencias, deben discutirse los datos obtenidos, elegirse aquellos que son relevantes para contestar la o las preguntas.

© Nueva México

### Conexión



Aquí se pueden ofrecer algunas páginas generales, como:

[www.textoscientificos.com/quimica](http://www.textoscientificos.com/quimica)

[bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/menu.htm](http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/menu.htm)

[bibliotecadigital.conevyt.org.mx/colecciones/consumidor.htm](http://bibliotecadigital.conevyt.org.mx/colecciones/consumidor.htm)

[www.comoves.unam.mx/](http://www.comoves.unam.mx/)

(Fecha de consulta: 20 de octubre de 2016.)

Es necesario analizar detenidamente los resultados de los experimentos y ordenarlos para que toda esta información, una vez analizada, nos permita obtener conclusiones.

Vale mencionar aquí que no todas las investigaciones llevan a conclusiones satisfactorias, y que no todas las conclusiones lo son realmente: a veces dan pie a muchas otras posibilidades de investigación. En tales casos, debemos estar preparados para saber cómo interpretar y afianzar los resultados obtenidos, y a partir de ellos construir las conclusiones necesarias.

Para concluir, hay que manejar argumentos que se enfoquen en mayor medida a dar respuesta a todas las preguntas planteadas. En caso de que las conclusiones no concuerden con lo esperado, es preciso analizar las causas que dieron origen a esta desviación de resultados.

Recuerden que no siempre se transita por el camino deseado, pero muchas veces otros caminos han sido mucho más ventajosos y provechosos de lo que uno se imagina.

Por ejemplo, la penicilina, antibiótico muy usado contra bacterias que causan infecciones como la salmonelosis, fue descubierta por error en 1928 mientras crecían cultivos de una bacteria llamada *Staphylococcus aureus* (peligrosa por causar enfermedades como meningitis o neumonía). Al revisar los cultivos de dicha bacteria, **Alexander Fleming** (1881-1955) descubrió que algún tipo de sustancia estaba presente e inhibía la proliferación de las bacterias. Esta sustancia, llamada después penicilina, fue identificada como producto derivado del hongo *Penicillium notatum*, que había contaminado el cultivo de *Staphylococcus aureus*.

Al igual que en el caso de las penicilinas, numerosos hallazgos han sido provocados por “errores” en la investigación, que en gran medida han cambiado el curso de la historia de la humanidad.

Por último, para obtener conclusiones contrasten los resultados obtenidos con los esperados y expliquen por qué se presentan tales diferencias; una vez analizado lo anterior, es necesario poner en claro qué se puede obtener de esas discrepancias.

De igual forma, si la pregunta original queda sin responder, y lo que se obtiene no es del todo satisfactorio, conviene replantear la investigación haciendo los ajustes necesarios, modificando todo lo que convenga, con el fin de resolver lo que se preguntaba originalmente. Y ha llegado el momento de redactar los resultados obtenidos.

### Comunicación

A medida que hemos presentado y desarrollado el hilo conductor propuesto para que lleven a cabo sus proyectos de investigación, se han planteado diversidad de opciones para manipular, organizar y finalmente presentar los resultados de sus trabajos. Este paso es uno de los pilares que darán credibilidad y difusión a sus ideas (fig. 5.4).

© Nueva México



**Figura 5.4.** Un paso importante en la investigación científica es dar a conocer los resultados.

De nada sirve haber realizado una extenuante investigación, un sinfín de experimentos o trabajos de campo si la presentación de los resultados no tiene el empuje y la seriedad necesarios para hacer llegar el proyecto a la mayor cantidad de público receptor posible. Recuerden que si la finalidad de estos trabajos de investigación es la difusión del conocimiento, entonces debemos hacer todo lo posible por que esto se realice de la mejor manera, con claridad y calidad en los contenidos informativos.

El uso de tablas para expresar resultados es muy recomendado, ya que en estas se condensa una gran cantidad de información relacionada con su proyecto, siempre que esté ordenada.

La manera más adecuada de distribuir y difundir información a la comunidad —sea el salón de clases, la escuela, la familia o un sector más amplio del círculo en que se desenvuelven— es mediante conferencias o pláticas informativas. Esta presentación puede acompañarse de material visual (carteles, fotografías, rotafolio, mantas, etcétera) o electrónico. Además de la exposición oral es importante y recomendable distribuir volantes o folletos con las principales ideas del trabajo (el tema elegido, el procedimiento seguido, los resultados obtenidos y las conclusiones), o con resúmenes del mismo.

En estas sesiones es posible interactuar estrechamente con el público mediante una ronda de preguntas al final del acto para responder sus dudas, inquietudes y sugerencias, y que a la vez permitirán evaluar de modo directo el impacto del tema entre la comunidad.

### Evaluación

La evaluación al final del proyecto es esencial, pero no debe ser la primera ni la única: esta debe ser constante, al finalizar cada etapa del proyecto, pues de esta manera se puede verificar el avance del proyecto y hacer los ajustes necesarios para llevarlo a buen fin. Así se puede replantear el trabajo, reasignar tareas, decidir si el camino tomado es el mejor.

Ya en la evaluación final es momento de valorar el desempeño de cada miembro del equipo, lo que llevará a todos a reconsiderar sus actitudes con respecto al trabajo en grupo con la finalidad de mejorar la labor propia en futuras ocasiones.

Siempre es conveniente estar dispuestos a escuchar las opiniones de otros, que pueden ser de gran utilidad cuando se quiere mejorar una investigación. Recuerden que la variedad de ideas, producto de un conjunto de personas interesadas en un tema en particular, puede proveer valiosa información y futuras interrogantes a nuevos proyectos de investigación.

Realizar encuestas sencillas durante la etapa de difusión es una forma de recopilar información sobre los intereses y las opiniones del público sobre el trabajo desempeñado por el equipo. Estas encuestas deben contener preguntas concretas cuyas respuestas sean fácilmente entendibles por cada entrevistado. A continuación se ejemplifica una posible encuesta:

© Nueva México

Nombre _____	Edad _____
Escolaridad _____	
1. ¿La información proporcionada por el equipo de trabajo es clara? Sí, no, ¿por qué?	
2. ¿La información proporcionada por el equipo de trabajo es suficiente para entender los objetivos del proyecto? Sí, no, ¿por qué?	
3. En relación con el tema tratado, ¿qué otras propuestas de investigación podría sugerir al equipo de trabajo?	
4. ¿Cree usted que los proyectos de investigación, así como la difusión de la información, son importantes para crear una conciencia colectiva sobre ciertos temas de interés general? Sí, no, ¿por qué?	

No debe olvidarse que además de esta evaluación realizada por los asistentes a la presentación, es importante enfrentar la evaluación del equipo de trabajo por parte del grupo y del profesor, atendiendo a las propuestas de mejoras del trabajo señaladas por ellos. En la evaluación por equipos se deben identificar aciertos y errores, así como las formas en que se resolvieron los conflictos enfrentados.

También es importante tener en cuenta que la evaluación se hace de modo individual, reconociendo aciertos, errores, participación en la programación y realización de las actividades; si se entregó a tiempo el trabajo asignado, si hubo comunicación con los compañeros, si se trabajó armónicamente con el equipo, etcétera.

A continuación reproducimos el modelo de evaluación que ya propusimos en el proyecto del bloque 3, y que exponemos para resolver las siete opciones de proyecto de este bloque. Así pues, ¡es hora de empezar a trabajar!

**Marca con una cruz el porcentaje de tu participación y al final determina tu calificación.**

Criterios de evaluación	100%	75%	50%	25%	0%
¿Leíste la información que te ofrecemos sobre los posibles temas de proyecto?					
¿Participaste en la selección del proyecto a realizar?					
¿Buscaste información sobre el proyecto elegido y sus alcances en tu comunidad?					
¿Respondiste a todas las preguntas y analizaste la información obtenida con tus compañeros?					
¿Participaste en la elaboración del material de difusión o comunicación del proyecto?					
¿Participaste con tus compañeros en la evaluación del proyecto?					
¿Participaste en la comunicación de resultados a la comunidad escolar?					
Calificación individual (suma los porcentajes obtenidos en cada actividad y divide los resultados entre 7)					

© Nueva México

## Proyecto 1. ¿Cómo se sintetiza un material elástico?

Este proyecto está diseñado para estimular tu creatividad y, con base en la información recabada y otras actividades, ensayar con alguna sustancia elástica que pueda tener un uso cotidiano.



Figura 5.5. Producción artesanal del chicle en el sureste del país.

Si pensamos en el significado de la palabra *elasticidad*, una propiedad de algunos materiales y objetos, construiremos un concepto como este: "La elasticidad de un cuerpo es la propiedad que le permite retomar su forma y extensión después de haber sido sometido a una fuerza que lo haya deformado". En este sentido podemos listar gran variedad de objetos en los que tal vez a simple vista no sea fácil reconocer dicha elasticidad, como una liga de hule utilizada en las resorteras, una goma de mascar, una llanta de automóvil o bicicleta, entre otros.

El descubrimiento y el aprovechamiento de la elasticidad de algunos materiales han permitido desarrollar tecnologías de las que nuestra sociedad actual depende en gran medida. Difícil sería nombrar todos los objetos compuestos total o parcialmente por un material elástico.

### El chicle

El árbol *Manilkara zapota*, mejor conocido como árbol del chicle o chicozapote, genera una resina o savia pegajosa que con el tiempo se convierte en un material sólido y elástico: el chicle. El chicle (del náhuatl *tzictli*) se obtiene de un polímero presente en la resina de ese árbol. El árbol del chicle, que puede encontrarse en nuestro país, es originario de las regiones centro y sur de América, por lo que muchos pueblos, tanto prehispánicos como actuales, han consumido su producto, el chicle, en el transcurso del tiempo (fig. 5.5).

Naturalmente, el chicle tiene un sabor dulce y aromático, característica que lo volvió un material favorito para masticar.

La obtención, producción y comercialización del chicle ha sido muy provechosa. Inicialmente, la goma del chicle fue consumida por los pueblos prehispánicos. A finales del siglo XIX comenzó su industrialización, pues una empresa estadounidense se encargó de mezclar el polímero con endulzantes y saborizantes artificiales. Así se crearon las tablillas y pastillas de chicle que hoy conocemos. Debido a ello, la producción de chicle se incrementó, por lo que su extracción se convirtió en una actividad económica importante en el sureste de México. Desde 1935 el gobierno mexicano ha intervenido en la explotación del árbol de chicozapote y ha establecido los parámetros para cultivarlo y cosecharlo.

La mayor parte de la producción de chicle se exporta a Estados Unidos de América, y en menor proporción, a Japón. México utiliza solo 5% de su producción total de chicle.

© Nueva México

### Conexión

Para conocer más sobre el chicle, consulta las siguientes páginas electrónicas:

<http://www.comoves.unam.mx/numeros/articulo/81/no-pegues-tu-chicle>

(Fecha de consulta: 20 de octubre de 2016.)

El chicle es un producto muy popular en todo el mundo. Lo usan y lo consumen millones de personas de edades y condiciones diferentes.

De manera similar a como se extrae el caucho, el chicle se obtiene del árbol de chicozapote mediante pequeñas incisiones en la corteza. Después, durante largo tiempo la resina se calienta, se estira y se encoge con el fin de obtener un producto homogéneo en sus propiedades.

### El hule

Otro material elástico que conoces y utilizas a diario es el hule. Este material se obtiene a partir de savias lechosas de diversas plantas distribuidas alrededor del mundo. En nuestro país, el árbol del hule o guayule es famoso por producir esta savia, conocida más comúnmente como látex.

En la época prehispánica se utilizaba el látex para elaborar las pelotas con que se practicaba el juego de pelota mesoamericano ritual, que consistía en que los jugadores golpearan la pelota con codos, rodillas y cadera con el fin de hacerla pasar a través de aros de piedra incrustados en las paredes de la cancha. La pelota tenía un peso aproximado de 4 kg, aunque su tamaño difería mucho de pueblo en pueblo.

Según algunos registros históricos, los olmecas fueron los primeros en utilizar el hule para hacer pelotas. Para obtener hule, primero hacían una serie de incisiones en forma de V en el tronco del árbol, por donde escurría el látex de color blancuzco, el cual depositaban en vasijas colocadas a los pies del árbol. Después mezclaban el látex con el jugo de otra planta en un mortero de madera. Las pelotas se fabricaban tomando trozos de látex del mortero; estos trozos se estiraban para obtener bandas delgadas y elásticas que se enrollaban hasta obtener una esfera de las dimensiones y peso deseados (fig. 5.6).

Al calentarse, el látex se hacía aún más elástico. A esta sustancia le llamaron *ulli*, en náhuatl, que proviene de la palabra *ollin*, que significa movimiento. Cuando los colonizadores conocieron este material, lo llamaron hule. Se sabe que el látex del hule se usaba como pegamento para cueros y madera, y también como material impermeable en la ropa y para elaborar las suelas de las sandalias o *caclli*.

En el siglo XIX este material se conoció y se distribuyó en Europa. Entonces surgieron las primeras fábricas que lo utilizaron como materia prima para confeccionar artículos sencillos como ligas y tirantes, entre otros. Pero, sin lugar a dudas, uno de los productos de hule más consumidos en la actualidad es el neumático para autos y bicicletas (fig. 5.7).

El hule contiene cadenas de átomos de carbono que, en presencia de azufre, generan enlaces que hacen más duro y durable el material, lo que le confiere propiedades de resistencia mecánica y térmica sin que pierda su elasticidad.

© Nueva México

### Yo decido

El chicle es una golosina muy común en nuestros días y se puede comprar con gran facilidad. Sin embargo, en las ciudades constituye un costoso problema de salud. Los chicles que se tiran en la vía pública son un excelente sitio para que gran variedad de hongos y bacterias se desarrollen y crezcan, teniendo cada uno de ellos hasta 10 000 microorganismos alojados. Estos patógenos se transmiten por el aire hacia el sistema respiratorio, convirtiéndose en un gran problema de salud pública. Además, resultan antiestéticos, se adhieren al calzado y millones de pesos se gastan para quitarlos de las calles. Si los consumes, evita tirarlos en la calle.

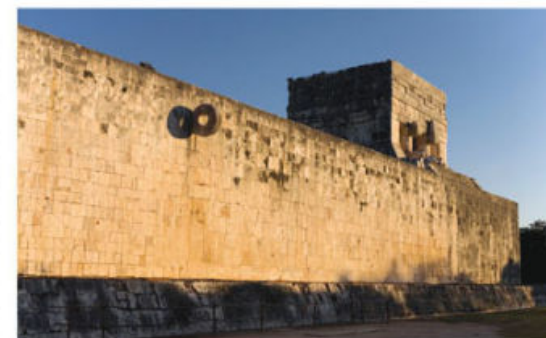


Figura 5.6. El juego de pelota no era un simple juego, era una representación ritual de ciclos naturales y fenómenos astronómicos. Cancha de juego de pelota.



Figura 5.7. Sin los neumáticos son inconcebibles los autos en la actualidad.

## Conexión

En la siguiente página se detalla un proceso de síntesis de un material elástico. Si decides realizarlo, hazlo con el apoyo de tu profesor y tomando todas las precauciones.

<http://www.eis.uva.es/~organica/quimica2/practicas/cuaderno.html>

En el siguiente enlace conocerás más acerca de los polímeros, tanto naturales como sintéticos.

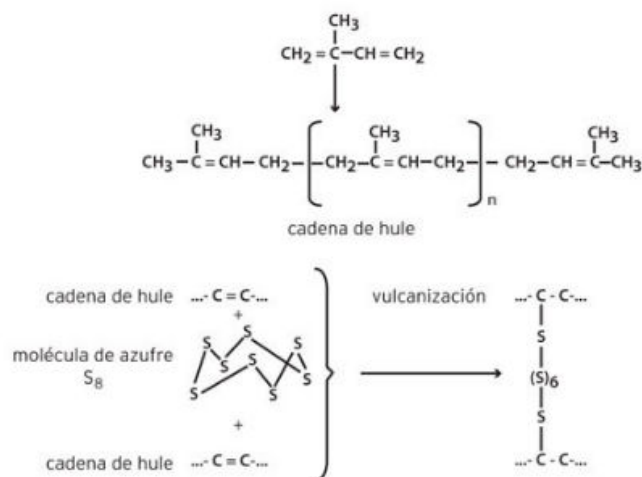
<http://www.educarchile.cl/Portal.Base/Web/VerContenido.aspx?ID=136400>

(Fecha de consulta: 20 de octubre de 2016.)

**Figura 5.8.** Esquema de reacción que muestra algunos pasos que se deben realizar a nivel químico para obtener el hule vulcanizado.

A esta reacción química se le conoce como **vulcanización**. Se atribuye a Charles Goodyear el descubrimiento de este proceso en 1839, aunque existen documentos que prueban que los antiguos olmecas ya utilizaban un proceso similar hecho a base de productos naturales para elaborar las pelotas empleadas en el juego ritual.

En la figura 5.8 puedes ver la estructura de una cadena de hule, derivada de la condensación polimérica de varias cadenas del compuesto hidrocarburo 2-metil, 1,3-dibuteno, así como el proceso de inserción de azufre en estas cadenas que da lugar a la vulcanización.



A medida que la producción de hule y sus derivados se incrementaba debido a la creciente demanda de productos fabricados con este material, comenzaron a surgir otras iniciativas para sintetizar productos parecidos, pero sin necesidad de obtener la materia prima de árboles o plantas. Esto hizo posible el surgimiento de nuevas tecnologías que permitieron la creación de otros materiales semejantes al hule en sus propiedades. Así fueron apareciendo otros productos elásticos, resistentes y de fácil manejo.

Por ejemplo, en 1860, la fábrica estadounidense Phelan and Collander ofreció una recompensa de diez mil dólares de entonces a quien consiguiera un sustituto aceptable del marfil natural, con el cual se tallaban las bolas de billar. Dentro de los múltiples concursantes se encontraba Wesley Hyatt, quien desarrolló y fabricó un producto derivado de la nitrocelulosa tratada con alcanfor y alcohol. Este producto se conoció como **celuloide** y se usó para fabricar las bolas de billar, pero también tuvo aplicación en la fabricación de otro tipo de objetos, como mangos de cuchillos, armazones de lentes y, por si fuera poco, la primera película cinematográfica. Este producto, considerado el primer material elástico sintético, abrió un nuevo mercado de productos conocido como el de los plásticos (fig. 5.9).

En los años treinta del siglo XX, algunos químicos descubrieron que al calentar y exponer a altas presiones al gas etileno (C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>) se formaba un plástico llamado polietileno (PE), que literalmente significa "muchos etilenos".



**Figura 5.9.** En la actualidad se producen millones de artículos de plástico. Estos van desde partes para autos hasta utensilios para almacenar alimentos.

Por otra parte, al reemplazar en el etileno un átomo de hidrógeno por uno de cloro, se produce el cloruro de polivinilo (PVC), material plástico muy duro y resistente al fuego que se utiliza para fabricar, entre otros productos, tubos para cañerías y además sirve como base para construir columnas de concreto en grandes edificaciones.

La diversidad de materiales plásticos y elásticos es tan vasta como los usos que se les pueden dar. Quizá nunca pensarías que el teflón, utilizado como material antiadherente, antes de ser sólido y aparentemente rígido, fue un material elástico.

Otro plástico desarrollado en la década de los treinta fue el poliestireno (PS), que es transparente, y que seguro has visto en vasos, botes y otros artículos desechables.

También durante aquella época el químico de la empresa Dupont, Wallace Carothers, mediante ciertas reacciones químicas, obtuvo el **nylon**, la primera fibra producto de una síntesis artificial. Esto lo logró al hacer pasar el polímero producto de la reacción entre la hexametildiamina y el ácido adípico a través de pequeños agujeros y estirando el producto para producir hilos muy finos, con los que se pueden tejer telas muy resistentes.

La primera aplicación del nylon fue en la industria bélica, pues se usó en la manufactura de paracaídas para el ejército estadounidense. Sin embargo, su uso se extendió rápidamente a la industria textil, y hoy es común encontrar prendas 100% de nylon o combinadas con fibras naturales como el algodón y la lana.

Después del descubrimiento del nylon se produjeron otras fibras sintéticas como el orlón y el acrilán.

En la actualidad, los plásticos representan un riesgo para el medio natural, ya que contaminan mucho y su desintegración tarda, en el mejor de los casos, decenas de años. Por ello, se han creado campañas de concientización en el uso, reúso y reciclaje de este tipo de materiales. El cuadro 5.1 muestra un grupo de plásticos sintéticos cuyo uso se recomienda o no en la fabricación de contenedores de alimentos por sus efectos sobre la salud.

Número	Nomenclatura	Nombre	Recomendado
	PET	Polietilén tereftalato	Sí
	HDPE	Polietileno de alta densidad	Sí
	PVC	Cloruro de polivinilo	Evitar
	LDPE	Polietileno de baja densidad	Sí
	PP	Polipropileno	Sí
	PS	Poliestireno	Evitar
	PC	Policarbonato	No

Fuente: [os.carcong.blogspot.com](http://os.carcong.blogspot.com)

## Yo decido

Muchos utensilios que utilizamos cotidianamente para guardar y calentar nuestros alimentos están compuestos de distintos tipos de plástico. Ahora se sabe que algunos de ellos son inestables, lo que quiere decir que bajo ciertas condiciones desprenden moléculas producto de su degradación y que en algunos casos pueden ser dañinas para la salud. Por esta razón es mejor investigar de qué tipo de plástico están hechos nuestros contenedores, revisar si son recomendables para resistir el calor o evitar su uso.

## Conexión

Para saber más sobre el tema, en la videoteca escolar puedes encontrar:

*El mundo de la química. Volumen 11. La era de los polímeros. VideoSEP.*

## Ciencia a la mano

Dentro de la gran variedad de usos que tienen los materiales elásticos, uno muy importante en términos de salud sexual y planificación familiar, es el que se ha desarrollado en la industria de los condones o preservativos. El material utilizado para fabricar estos artículos es el látex, un producto derivado del tratamiento de resinas elásticas naturales.

**Cuadro 5.1.** Clasificación de los plásticos por número, siglas, nombre y si su uso está recomendado para utilizarlos en la fabricación de contenedores de alimentos de consumo humano.

## Proyecto 2. ¿Qué aportaciones a la química se han generado en México?

Este proyecto está diseñado para que investigues cuáles son los alcances de las investigaciones científicas mexicanas que en el área de la química hayan tenido repercusión mundial.



Figura 5.10. Los antiguos egipcios fueron los iniciadores de la alquimia.

El desarrollo de la química a lo largo de la historia ha tenido algunas variantes. Los antiguos egipcios, por ejemplo, crearon y desarrollaron el arte de extraer jugos, o *khemeia*, acción que se asocia con la alquimia. Recuerda que la alquimia no era una ciencia, sino un conjunto de prácticas relacionadas con la magia y el esoterismo, entre otros aspectos, pero que se vinculaba con los elementos de la Naturaleza. Sin embargo, los egipcios fueron los primeros en practicar estas artes y en trascender tanto por sus enseñanzas como por sus descubrimientos (fig. 5.10).

En la Edad Media, Paracelso, un famoso alquimista y médico suizo logró, al parecer, la **transmutación** del plomo en oro, y usó las propiedades de algunos compuestos y elementos químicos en el tratamiento de enfermedades como la sífilis. Paracelso también nombró al zinc, el elemento número treinta de la tabla periódica.

La química, al igual que otras ciencias, sufrió un declive durante la Edad Media y aun a principios del Renacimiento debido a las persecuciones de que era objeto por parte del clero, por considerarse práctica de herejes al conocimiento científico que contradecía lo asentado en la Biblia.

En nuestro país, pueblos prehispánicos, como los mayas, conocían gran variedad de sustancias, así como sus propiedades y usos. Los pegamentos, el papel, el tequesquite, el látex, los colorantes y las bebidas alcohólicas fermentadas o destiladas son algunos de los productos químicos utilizados por estos pueblos (fig. 5.11).

A pesar de estos **conocimientos empíricos** que lograron desarrollar las culturas prehispánicas de nuestro país, el desarrollo de la química en México, como la conocemos, ha sido lento. Recordemos que la ciencia tiene su gran apogeo en Europa gracias a la Revolución Industrial y a varias de las guerras que ese continente ha librado en el transcurso de su historia. Además, en México era difícil acceder a la educación especializada en ciencias hasta hace poco, y es sabido que los primeros científicos mexicanos tuvieron que viajar a Europa para desarrollarse como tales. De hecho, en la actualidad, uno de los países que menos recursos dirige a la investigación científica es México. Pero veamos uno de los casos en que se hizo un esfuerzo por aprovechar nuestro conocimiento ancestral.

Es común que en nuestro país se utilice la herbolaria con fines curativos. Esta tradición de hecho es milenaria. Los mexicas utilizaban gran variedad de hierbas y plantas para curar o disminuir los síntomas de muchas enfermedades.

© Nueva México



Figura 5.11. Esta pintura, localizada en Bonampak, nos hace atestiguar la gran cantidad de colorantes que utilizaba la cultura maya.

### Glosario

**conocimiento empírico.** Es aquel que surge de la experiencia, lo que incluye la experimentación y una de sus formas más simples, la percepción a través de los sentidos.

En 1555, un médico indígena del pueblo de Xochimilco, llamado Martín de la Cruz, dedicó sus esfuerzos a recabar el conocimiento que tenían los mexicas sobre herbolaria.

Durante los siglos XVIII, XIX y XX, el estudio de la química iba ganando terreno en Europa; mientras tanto, en México se libraba la Guerra de Independencia. Posteriormente, la Revolución trajo consigo muchísimos cambios, tanto en la cosmovisión de México como nación, como en las consideraciones a futuro para el progreso en el campo científico. La historia de la química en México tal vez no sea larga, pero sí ha tenido gran participación y renombre.

Un ejemplo de ello es el jabón, que se comercializaba en nuestro país desde antes de 1800, ya que lo introdujeron los conquistadores españoles. El jabón sólido era un producto comercial importante en lugares como la Ciudad de México, Puebla y Guadalajara. Se sabe que algunas fábricas que lo producían generaban más de 17 000 kilogramos del mismo (fig. 5.12). La abundancia de sosa favorecía esa producción, pues esta sustancia se encuentra en la meseta interior de México, a 2 000 o 2 500 metros de altitud.

El tequesquite, material que favorece la producción de la sosa, cubría la superficie del valle de México, en las orillas de los lagos de Texcoco, Zumpango y San Cristóbal, en los llanos que rodean a la ciudad de Puebla, así como en Celaya y Guadalajara. En México existía la posibilidad de comprar tierra tequesquitos a bajo costo, la cual era utilizada para obtener una de las materias primas del jabón que se fabricaba en esos tiempos: el carbonato de sodio.

En 1842 Leopoldo Río de la Loza, químico y médico cirujano, publicó el primer tratado mexicano de química, *Introducción al estudio de la química*, donde expuso estudios de química orgánica y separación de sales.

Recientemente, la química ha prosperado en nuestro país, pero su desarrollo es incipiente. Todavía en el siglo pasado la industria mexicana se enfocaba únicamente en la producción de cerveza, azúcar, tejidos, minería y en la producción de algunos medicamentos. La industria química del país también se debilitó por la fuga de los ingenieros y científicos de origen extranjero residentes en nuestro país a causa de conflictos armados como la Revolución.

Esta ausencia de científicos alertó al país sobre la necesidad de generar sus propios recursos humanos y, en 1916, Juan Salvador Agraz creó la Escuela Nacional de Química Industrial, que en la actualidad es la Facultad de Química de la UNAM. Posteriormente, en 1941, se fundó el Instituto de Química de la UNAM, que es uno de los organismos donde se realiza investigación química en el país.

Aun así, existen excepciones sobre las aportaciones de México a la ciencia. Ejemplo de ello es Mario Molina, un ingeniero químico que en 1995 obtuvo el Premio Nobel de Química por sus investigaciones acerca de la destrucción de la capa de ozono y sus causas. Con ello se convirtió en el primer científico mexicano en recibir este galardón (fig. 5.13).

© Nueva México

### Conexión



Visita el siguiente enlace para conocer algunas aportaciones de la ciencia desarrollada en México al conocimiento mundial. Recuerda que esto no es lo único. Te invitamos a que busques más.

[http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen2/ciencia3/072/htm/sec\\_5.htm](http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen2/ciencia3/072/htm/sec_5.htm)

(Fecha de consulta: 20 de octubre de 2016.)



Figura 5.12. Los jabones manufacturados artesanalmente tienen amplia demanda en la actualidad.



Figura 5.13. El ingeniero químico Mario Molina, fue uno de los primeros científicos en alertar sobre el agujero en la capa de ozono y algunas de sus posibles causas.

### Proyecto 3. ¿Cuáles son los beneficios y riesgos del uso de fertilizantes y plaguicidas?

Este proyecto está diseñado para que investigues qué impacto han tenido en la salud y en el ambiente los plaguicidas y fertilizantes, y las alternativas que existen para minimizar el riesgo de su empleo.



Figura 5.14. Existen distintas clases de pulgón. Estos insectos atacan a distintas plantas de jardín produciendo su muerte o mermando su crecimiento.

#### Conexión

Para conocer más sobre el uso de fertilizantes en nuestro país, visita la siguiente página web:

<http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/fichasaapt/UsodeFertilizantes.pdf>

(Fecha de consulta: 20 de octubre de 2016.)



Figura 5.15. Una de las formas de mantener al margen la fauna nociva es aplicar pesticidas en los campos de cultivo.

Desde que el ser humano ha cultivado el campo, se ha enfrentado a situaciones adversas. Por ejemplo, debe cuidar las condiciones ambientales y climáticas para los cultivos, y vigilar a los animales, bacterias y hongos que dañan los plantíos, pues su presencia en los campos de cultivo ha representado un problema para la producción de alimentos.

En este sentido, el desarrollo de la química ha auxiliado a los agricultores gracias al aprovechamiento de sustancias de origen natural o artificial: los fertilizantes y los plaguicidas. Sin embargo, el uso de estas sustancias ha provocado el desequilibrio ambiental, pues ha contaminado el suelo y los cuerpos de agua. El impacto es irreparable y ha puesto en peligro la existencia de muchos seres vivos.

Los plaguicidas, también conocidos como pesticidas, son productos destinados a eliminar, repeler, regular o interrumpir el crecimiento de seres vivos no deseados en los cultivos, los cuales se conocen como **plagas**. Varios plaguicidas son de origen natural, como el tabaco remojado en agua, con el cual se evitan plagas como el pulgón (fig. 5.14).

Otros plaguicidas provienen de bacterias como la *Bacillus thuringiensis*, que genera sustancias dañinas para algunos insectos. Estas bacterias se cultivan en laboratorios industriales para aprovechar la toxina que generan al aplicarlos sobre cultivos y así controlar insectos como los mosquitos y moscas.

Por último, se encuentran los insecticidas artificiales que utilizan algunos elementos químicos tóxicos y peligrosos y a pesar de ello son los más usados en la agricultura. Muchas sustancias con efecto plaguicida fueron sintetizadas a finales de la década de 1940. Esto ha mejorado la producción agrícola y ha ayudado a cosechar granos, frutas y verduras a bajo costo. Sin embargo, dado que cualquier sustancia puede ser dañina si se usa de manera incorrecta, el uso de pesticidas fue controlado.

Durante los años sesenta del siglo XX, se presentaron las primeras consecuencias del uso de plaguicidas, lo que aumentó la preocupación sobre los posibles efectos a la salud humana, la contaminación ambiental y el impacto en la vida silvestre.

Algunas plagas se volvieron inmunes a muchos pesticidas. Eso llevó a crear reglamentos más estrictos para su uso a escala mundial, aunque no todos los países cumplen con las normas y mantienen el uso de plaguicidas prohibidos, como el diclorodifenil-tricloroetano (DDT) para eliminar la fauna nociva (fig. 5.15). El DDT se utilizó como insecticida de amplio

© Nueva México

margen, pero fue prohibido porque afecta al sistema nervioso y al hígado en humanos, y porque provoca mutaciones que pueden derivar en cáncer.

Cuando un campo de cultivo se considera fértil, se dice que tiene la capacidad de producir rápidamente un cultivo. Actualmente existen dos mecanismos para fertilizar un cultivo. El primero es la ingeniería genética, que consiste en modificar los genes de las plantas con la finalidad de hacerlas más resistentes a los cambios climáticos y a la falta de minerales para su crecimiento. El segundo es el método químico, que requiere el uso de sustancias fertilizantes ajenas a la composición natural de los suelos.

Al igual que los plaguicidas, existen diferentes tipos de fertilizantes: los naturales se basan en excrementos de ganado y aves, combinados con residuos orgánicos de alimentos, como cáscaras de frutas y verduras, los cuales se combinan con tierra para producir mezclas conocidas como compostas. Estas mezclas tardan en homogeneizarse, por ello casi no se recurre a su uso con frecuencia.

Los fertilizantes químicos, por lo general, son compuestos nitrogenados, fosfatados, azufrados y potásicos. Al igual que los naturales, este tipo de fertilizantes enriquecen los suelos carentes de nutrimentos para sembrar y cosechar alimentos (fig. 5.16).

Se ha discutido sobre la confiabilidad de utilizar fertilizantes químicos, ya que muchas veces no se sabe qué tanto de ese exceso de nutrimentos es asimilado por las plantas y, por tanto, ingerido por los consumidores. En el siguiente cuadro verás la clasificación de algunos fertilizantes utilizados en los cultivos, los cuales dependen de las deficiencias de nutrimentos que presenta el suelo donde se siembra. Además, en la dirección electrónica que se muestra en el apartado Conexión podrás aumentar tus conocimientos sobre algunas de las características de los fertilizantes que se utilizan en nuestro país.

Clasificación	Nombre y símbolo	Forma absorbida	Síntoma de deficiencia
Sin clasificación	Carbono (C) Hidrógeno (H) Oxígeno (O)	CO <sub>2</sub> H <sub>2</sub> O H <sub>2</sub> O, O <sub>2</sub>	
Primarios	Nitrógeno (N) Fósforo (P) Potasio (K)	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup> , HPO <sub>4</sub> <sup>-</sup> K <sup>+</sup>	Clorosis en las hojas viejas Hojas con margen color púrpura Hojas con márgenes cloróticos
Secundarios	Calcio (Ca) Magnesio (Mg) Azufre (S)	Ca <sup>++</sup> Mg <sup>++</sup> SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> , SO <sub>2</sub>	Achaparramiento y raíces cortas Hojas con clorosis intervenal Hojas jóvenes cloróticas y poco desarrolladas
Micronutrimentos	Hierro (Fe) Manganeso (Mn) Boro (B) Zinc (Zn) Cobre (Cu) Molibdeno (Mo) Cloro (Cl)	Fe <sup>++</sup> , Fe <sup>+++</sup> Mn <sup>++</sup> H <sub>2</sub> BO <sub>2</sub> Zn <sup>++</sup> Cu <sup>++</sup> MoO <sub>4</sub> <sup>-</sup> Cl <sup>-</sup>	Hojas con clorosis intervenal Clorosis intervenal Poco crecimiento apical y puntas cloróticas Hojas jóvenes con clorosis intervenal Hojas jóvenes amarillas y poco desarrolladas Hojas con clorosis y achaparramiento Hojas marchitas cloróticas y raíz corta

© Nueva México

Algunos elementos como Co, Va, Na, I, Fl, Si y Al se consideran benéficos para las plantas.



Figura 5.16. En el pasado se utilizaba el guano de las aves para fertilizar los cultivos. Sin embargo, la gran demanda actual de alimentos requiere que se utilicen fertilizantes sintéticos.

#### Yo decido

Los fertilizantes y los plaguicidas son tóxicos para los humanos. Sin embargo cuando se levantan las cosechas de frutas y verduras, granos, etc., pueden quedar parte de esas sustancias en la superficie de los alimentos. También debes tomar en cuenta que muchas veces se riegan con aguas negras, por eso es importante que las laves lo mejor posible antes de consumirlas.





Figura 5.17. Los cosméticos ayudan a mejorar la apariencia.

## Proyecto 4. ¿De qué están hechos los cosméticos y cómo se elaboran?

Este proyecto está diseñado para que conozcas los productos que conforman la gran variedad de cosméticos que existen, y que comprendas las técnicas básicas para la producción de algún cosmético de uso diario.

Los cosméticos son productos naturales o sintéticos que se aplican en el cuerpo para limpiarlo, hacerlo más atractivo o cambiar de apariencia. Su nombre proviene de la palabra griega *kósmetikos* que significa “adornar”. Aunque en el transcurso de la historia se han modificado el tipo de materiales y los procesos para producirlos, los fines y la función de los cosméticos han persistido (fig. 5.17).

Entre los cosméticos se incluyen los siguientes tipos:

- Tintes para el cabello
- Maquillaje
- Perfumes
- Cremas para el cuidado de la piel

Algunos cosméticos contienen un fármaco que provee un efecto antibiótico adicional o antiinflamatorio. El uso de cosméticos se remonta a la prehistoria, época en la que los seres humanos pintaban sus cuerpos con pigmentos naturales con el afán de semejarse a algún animal, o como parte de ciertos rituales.

Hasta hace aproximadamente cuatro mil años, en el antiguo Egipto, se empieza a tener registro del uso de productos como cosméticos. Entonces se usaban aceites aromáticos y jaleas para la piel y el cabello, así como sustancias naturales para dibujar el contorno de los ojos o labios de hombres y mujeres de esa civilización.

Del mismo modo que existe gran variedad de compuestos, actualmente existen múltiples formas de sintetizarlos u obtenerlos. Dependiendo del tipo de cosmético deseado, será la ruta de extracción o síntesis que se utilice.

Actualmente, la industria cosmética tiene gran relevancia. No es raro escuchar o ver campañas comerciales promoviendo cosméticos y perfumes, así como las propiedades y beneficios que estos proveen a quienes los usan. También promueven champús y jabones, muchos de ellos famosos por sus aromas y beneficios para la piel y el cuero cabelludo.

Los cosméticos se clasifican de acuerdo con diferentes criterios. La clasificación propuesta en este proyecto es la que maneja la Cámara Nacional de la Industria de Perfumería, Artículos de tocador y Cosmética (Canipe). Así, los cosméticos se dividen en cinco grupos de acuerdo con su función:

### Conexión

Para conocer más sobre estas tecnologías caseras para la elaboración de algunos productos cosméticos visita la siguiente página web:

<http://revistadelconsumidor.gob.mx>

(Fecha de consulta: 20 de octubre de 2016.)

### Ciencia a la mano

Actualmente, para disminuir las señales del envejecimiento se utiliza en los rostros una sustancia llamada botulina o toxina botulínica. Esta toxina es producida por un microorganismo llamado *Clostridium botulinum*, y es sumamente tóxica para el ser humano; al entrar en contacto con el organismo produce una parálisis general de todos los músculos, sistema respiratorio y corazón. A pesar de que esta sustancia está prohibida por la Convención sobre Armas Químicas, se utiliza en pequeñas dosis para paralizar ciertas zonas de la cara y así desaparecer las arrugas.

#### a) Cosméticos o preparaciones capilares

Son los productos cuyo fin es limpiar, fijar, suavizar, abrillantar, colorear y cuidar el cabello. Entre estos están los tintes, champús, aerosoles, acondicionadores, decolorantes, lacas, geles, mousses y permanentes (fig. 5.18).



Figura 5.18. Hay champús para todo tipo de cabello. Una cabellera sedosa, lustrosa rejuvenece y da versatilidad a la apariencia.

#### b) Cosméticos para el aseo e higiene

En este grupo se encuentra un gran número de productos que se utilizan para limpiar y tratar distintas partes del cuerpo humano. Como ejemplo de estos productos están el jabón de tocador, los talcos, los desodorantes, los anti-transpirantes, las preparaciones para afeitar, los bronceadores y los productos depilatorios, entre otros (fig. 5.19).



Figura 5.19. La sudoración excesiva y los olores desagradables se combaten con antitranspirantes.

#### c) Cosméticos de belleza

Estos productos modifican el aspecto exterior de diferentes zonas corporales, ya sea acentuando temporalmente los rasgos de las personas o disimulando imperfecciones cutáneas. Existen varios productos como los destinados para el área de los ojos: el lápiz de cejas, el delineador, las sombras, la máscara para pestañas; para la piel: las cremas para manos, cuerpo y cara, el rubor, los polvos faciales; para los labios: los lápices, el brillo, los protectores, los delineadores; y para las uñas: los esmaltes, las cremas y los suavizantes de cutícula (fig. 5.20).



Figura 5.20. Los ojos son el centro de atención del rostro. La cosmética los resalta.

#### d) Cosméticos para la higiene bucal o dental

Estos productos pretenden mantener limpia y protegida a la cavidad bucal, tanto a los dientes como a las mucosas bucales. Dentro de los productos que encontramos en este grupo están la pasta dental y el enjuague bucal (fig. 5.21).



Figura 5.21. Una boca pulcra, de blancos dientes, y un aliento fresco, es deseable.

#### e) Cosméticos de perfumería

Estos productos tienen como objetivo perfumar, corregir y eliminar olores del cuerpo. Entre ellos encontramos los perfumes, que son preparaciones líquidas con un componente odorífero intenso. Algunos de ellos son el agua de colonia, el agua de perfume y el agua de tocador (fig. 5.22).



Figura 5.22. Los perfumes son apreciados porque pueden ser la “personalidad olfativa” de quienes los portan. Además, un mismo perfume no huele igual en dos personas distintas.

## Proyecto 5. ¿Cuáles son las propiedades de algunos materiales que utilizaban en las culturas mesoamericanas?

Este proyecto está diseñado para investigar y comprender la naturaleza y modo de acción de diversos productos de uso ancestral en tierras mexicanas.



Figura 5.23. Casas mexicanas construidas con adobe, material que se usa principalmente en el norte del país.

Las culturas mesoamericanas tenían gran interés por la expresión artística. Esta inclinación surgía de algunas de sus creencias, por ejemplo, que la apariencia exterior de las cosas era un reflejo de su esencia. Esta creencia los hizo suponer que, por medio de la expresión artística, podían modificar algunos procesos naturales. Por eso los pueblos mesoamericanos dedicaron más tiempo al arte que a la tecnología y la manipulación de materiales.

Sin embargo, otras culturas americanas, como la peruana, sí procuraron el desarrollo de técnicas metalúrgicas y la manipulación de fibras naturales. Para los quechuas, la esencia de las cosas se encuentra en su estructura y no en su apariencia.

La tendencia artística de los pueblos mesoamericanos se puede ver claramente en el estilo de su arquitectura. En esta se puede observar la transformación de la estructura en representaciones de dioses o criaturas mitológicas, ricamente ornamentadas con el propósito de fungir como lugares para representar ritos. Lo anterior es claro en las pirámides, las plataformas para la danza y las canchas de juego de pelota.

Debido a que en Mesoamérica solo existían herramientas de piedra y no había animales de carga, la construcción de monumentos era más laboriosa que en otras partes del mundo. Se sabe que los mesoamericanos usaban barro, arcillas y paja para moldear ladrillos y edificar casas o edificios. La mezcla de estos materiales se conoce como adobe (fig. 5.23).

El adobe se usa desde hace siglos en la construcción. Se hace mezclando diversos materiales. Por lo general se emplea 20% de arcilla y 80% de arena y agua para mezclarlos. Los ladrillos se elaboran vaciando la mezcla en moldes rectangulares. Después, la mezcla se seca al Sol y se le agrega paja para evitar cuarteaduras.

Otros materiales que se usaron mucho durante la época prehispánica son:

- Metales como oro, plata, mercurio, estaño, zinc, plomo y hierro.
- Sales como el tequesquite (mezcla de carbonato y cloruro de sodio), la calcita y la fluorita.
- Grana cochinilla para colorear telas y murales (fig. 5.24).
- Amate y papeles de diferentes plantas en ceremonias religiosas y como materia prima en la elaboración y diseño de las hojas de los códices.



Figura 5.24. La grana cochinilla es un insecto que habita en los nopales, de los que se obtiene el carmín o ácido carmínico para teñir textiles.

© Nueva México

- El zautle y algunos pegamentos como la baba de nopal, con los que se obtenían adhesivos perdurables para incrustaciones dentales, para la orfebrería y en la confección de mosaicos.
- El ulli y el tzictli, con los que se hacían pelotas y gomas de mascar.

En nuestro país se dio un desarrollo ininterrumpido de diferentes culturas relacionadas entre sí y herederas continuas de los avances anteriores. Algunos rasgos comunes de ellas son:

- El conocimiento y aplicación de técnicas agrícolas.
- El uso del bastón plantador o huitzoctli y el azadón de madera o huitli.
- El cultivo del maíz, frijol, calabaza, chile, chíya y tomate, y la preparación de tortillas de maíz y otros alimentos derivados mediante el uso de la cal (óxido de calcio) que se emplea en la nixtamalización (fig. 5.25).
- El cultivo de algodón.
- La fabricación de terrazas o terraplenes y obras hidráulicas de diversa índole.
- La edificación de complejos urbanos y plataformas piramidales escalonadas.
- El uso del estuco para recubrir superficies arquitectónicas.
- El trazo de patios largos para el juego de pelota.

En todos estos usos se aprovechaban materiales cuyas propiedades debían ser conocidas para manipularlos y beneficiarse de ellos. En la época prehispánica se construyó, igual que muchas otras partes del mundo, una extraordinaria, múltiple y rica cultura, que produjo gran variedad de compuestos y productos, los cuales solucionaban las necesidades cotidianas de ese tiempo, y que dieron origen, por ejemplo, a la herbolaria, de la que se ha nutrido la industria farmacéutica hoy en día (fig. 5.26).



© Nueva México

Uno de los rasgos más representativos de las culturas mesoamericanas es el uso de pigmentos, como el color azul maya. Este pigmento, elaborado y utilizado desde el siglo VIII hasta aproximadamente el año 1860, se encuentra en pinturas murales de edificios ceremoniales, piezas de cerámica, esculturas, códices, e incluso en obras de arte cristiano, así como en decoraciones murales posteriores a la conquista (fig. 5.27).



Figura 5.25. El proceso de nixtamalización permite la obtención de la masa del maíz con la que se preparan muchos alimentos tradicionales mexicanos.

### Conexión



En el vínculo siguiente se detallan algunas aportaciones de los pueblos de Mesoamérica a la química.

[http://www.izt.uam.mx/cosmosecm/HISTORIA\\_DE\\_LA\\_QUIMICA.html](http://www.izt.uam.mx/cosmosecm/HISTORIA_DE_LA_QUIMICA.html)

(Fecha de consulta: 20 de octubre de 2016.)

Figura 5.26. En los mercados precolombinos se podían conseguir hierbas medicinales.



Figura 5.27. Cerámica maya. Se puede notar su diseño utilitario y a la vez ornamental.

## Proyecto 6. ¿Cuál es el uso de la química en diferentes expresiones artísticas?

Este proyecto está diseñado para que comprendas que arte y ciencia, la pintura, por ejemplo, pueden darse la mano para hacer perdurables las manifestaciones artísticas de la humanidad.

El arte por sí mismo se considera la manera creativa y sensible en la que los individuos plasman y expresan sus pensamientos y emociones. El ser humano se considera por naturaleza un ser social y curioso, siempre en búsqueda de nuevas percepciones y en muchas ocasiones también en la búsqueda de preservar y trascender con dichas percepciones. Es así como surge el arte, como un medio de auxilio para darle voz y, en cierta forma, eternidad a la imaginación humana, a su necesidad de embellecer el entorno.

Seguro te preguntarás, ¿qué tiene que ver la ciencia, en particular la química, con el arte; pues bien, la relación entre arte y ciencia es más estrecha y cercana de lo que imaginas. No podremos abarcar todos los casos en los que estas dos disciplinas humanas se conectan, pero sí podemos dar algunos ejemplos que arrojan luz sobre lo que intentamos exponer.

Ya desde la prehistoria, cuando el ser humano comenzaba a reconocer su capacidad de socialización, también llevó a cabo observaciones meticolosas sobre sus propias actividades (la caza, la pesca) y sobre el medio ambiente. Además, la humanidad siempre ha admirado el cosmos. No es difícil imaginar, por tanto, que a uno de esos humanos les causará las mismas sensaciones que a nosotros observar una lluvia de estrellas o un rojizo e intenso atardecer.

De esta manera se piensa que se originaron las primeras manifestaciones artísticas hechas por humanos hace miles de años: las pinturas rupestres (fig. 5.28). Aquí es evidente la estrecha relación entre arte y ciencia, a partir del uso de pigmentos de origen natural cuyas propiedades permitieron que dichas obras llegaran hasta nosotros.

Una de estas propiedades es la resistencia a la corrosión y la oxidación, cualidades que, se cree, radican en la estabilidad de los compuestos que brindan el color a los pigmentos. Tal es el caso del color rojo tan común en este tipo de pinturas. Este pigmento se obtenía al mezclar cierto tipo de suelo (principalmente suelos ricos en óxidos de hierro) con arcillas o barro provenientes de zonas cercanas a cuerpos de agua.

Por ejemplo, en algún conjunto de pinturas rupestres encontradas en Baja California Sur, se cree que los pigmentos fueron extraídos de las serranías cercanas. Gracias a un análisis químico realizado a pequeñas muestras se determinó que las pinturas tienen una antigüedad de cuatro mil años aproximadamente, y que la zona circundante ha sido habitada desde hace unos diez mil años.



Figura 5.28. Mural rupestre hallado en Loreto, Baja California.

Estas evidencias ancestrales de arte hecho por el ser humano han sido mundialmente reconocidas, debido a la magnificencia de las pinturas, la altura de las rocas en las que fueron plasmadas, así como por la variedad de figuras humanas, animales y ambientales que se representan. Principalmente se observan dos tonos de pigmentos: rojizos y oscuros.

De igual forma, la naturaleza química de los compuestos puede ser tan variada como la misma forma de sus moléculas al ordenarse en un compuesto químico. Tal es el caso de los cristales o piedras preciosas. Existe un oficio artístico muy peculiar asociado con estos codiciados materiales, el cual consiste en tallar o pulir dichas piedras preciosas con la finalidad de modelar el mayor número de caras posibles en su superficie. Este arte se conoce como **glíptica**.

Este arte es tan viejo como algunas de las pinturas rupestres más antiguas; se remonta a siete mil años a. C. Al respecto, algunas de las evidencias encontradas son piedras blandas como el lapizlázuli, que fueron talladas por los babilonios. A medida que se fue perfeccionando este arte, pasó de ser un simple grabado en piedras de rostros o animales, a las deslumbrantes piedras preciosas que conocemos hoy y que, montadas en materiales como oro, platino o plata, son piezas de joyería muy deseadas y muy caras.

Te preguntarás de nuevo cómo se relaciona esto con la química. Pues bien, la respuesta se encuentra en el arreglo atómico y molecular que existe en estos materiales. Toda piedra preciosa conserva un arreglo armónico y simétrico entre los átomos o moléculas que la componen, los cuales forman redes muy bien estructuradas que les confieren la capacidad de reflejar la luz de manera muy especial cuando esta pasa a través de ellos. Por eso, cuando un haz de luz atraviesa un diamante pulido, es posible observar todos los colores del arcoíris desde algún ángulo.

A continuación se muestran algunos arreglos cristalinicos de piedras preciosas (fig. 5.29). La figura geométrica por excelencia es la esfera, por eso las personas que se dedican a la glíptica intentan simular una esfera en las piedras que tallan, siempre y cuando se conserven caras planas en la superficie. Esto implica que a mayor número de caras y más pequeñas, más se acerca la figura tallada a una esfera. Debido a esta multiplicidad de caras, cuando la luz incide en ellas, refleja una cantidad espléndida de colores y brillos.

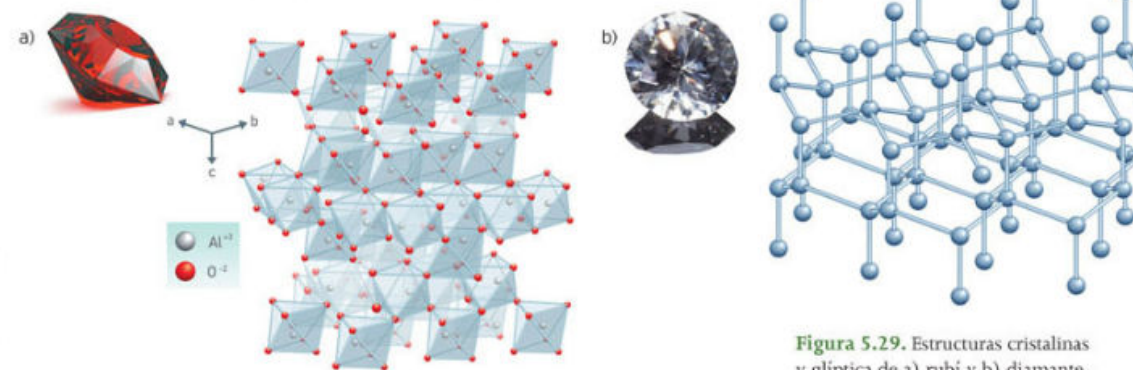


Figura 5.29. Estructuras cristalinas y glíptica de a) rubí y b) diamante.

### Conexión

En esta página podrás leer un pequeño texto sobre la insospechada relación que existe entre la química y las artes, y así enriquecer tus conocimientos sobre la enorme cantidad de aplicaciones que tiene esta ciencia en nuestras vidas.

[http://www.posgrado.unam.mx/publicaciones/ant\\_omnia/19/02.pdf](http://www.posgrado.unam.mx/publicaciones/ant_omnia/19/02.pdf)

(Fecha de consulta: 20 de octubre de 2016.)

## Proyecto 7. ¿Puedo dejar de utilizar los derivados del petróleo y sustituirlos por otros compuestos?

Este proyecto está diseñado para que valores de manera crítica e informada hasta dónde es posible sustituir los productos derivados del petróleo por otros alternativos, siempre pensando en el impacto que estas acciones pueden tener en la salud de las personas y a favor del ambiente.



Figura 5.30. El petróleo y sus derivados son la principal fuente energética en la actualidad.

Desde que el ser humano descubrió el petróleo, hace ya algunos miles de años, nuestra civilización ha utilizado mucho este recurso natural. Por eso en la actualidad existen varias disciplinas académicas y científicas enfocadas exclusivamente a estudiarlo.

Algunos materiales que se producen a partir del petróleo son los combustibles como la gasolina, el metano, el propano, entre otros, siendo este uso uno de los más importantes. El petróleo también se usa en la fabricación de artículos plásticos, fertilizantes, herbicidas, asfalto y fibras sintéticas, y abarca la producción de pinturas, gomas, lubricantes, etc. (fig. 5.30).

El petróleo es un recurso no renovable, es decir, no hay un ciclo natural que vuelva a producirlo en tiempos útiles para la humanidad. Debido a esta condición, la duración de la vida de los yacimientos naturales depende de la frecuencia y cantidad con que se extrae dicho recurso.

A medida que el desarrollo de la industria petroquímica avanza, también lo hace la disminución de las fuentes naturales de petróleo. Con base en predicciones cuidadosas, se cree que el pico máximo de extracción de petróleo llegará en el año 2014 y después comenzará una escasez continua e imparable de esta valiosa sustancia.

Con este antecedente, las industrias e instituciones educativas y de investigación científica han volcado sus estudios en el desarrollo de tecnologías alternativas que sustituyan al petróleo como materia prima de la industria. Así han nacido ideas muy innovadoras e incluso se han retomado formas antiguas de generación de energía para sustituir combustibles basados en el petróleo.

Una de las alternativas para reemplazar los combustibles en la generación de energía eléctrica ha sido aprovechar el viento como motor de turbinas. El viento produce energía eólica, que en países desarrollados ha tenido mucho éxito (fig. 5.31). En las décadas recientes se ha considerado esta opción como una de las más viables ante la crisis petrolera, además que se contamina mucho menos que con los residuos tóxicos generados en la producción de combustibles fósiles y otros subproductos.

Asimismo, el surgimiento de fuentes no tan conocidas y controlables, como la energía nuclear, abre un abanico de posibilidades para no depender del petróleo. La mayor barrera a la que se ha enfrentado la energía nuclear es que su generación, su tratamiento y sus residuos deben ser sumamente controlados.



Figura 5.31. Una forma alternativa de energía es la eólica.

Este tipo de energía se basa en la estabilidad que obtienen los átomos que se generan a partir de dos procesos químicos fundamentales, la **fisión** y la **fusión**. Durante estos procesos se libera y se absorbe energía dentro de los reactores nucleares. En mayor medida, lo anterior favorece la liberación de energía, la cual se almacena para utilizarla después en la generación de otro tipo de energías (eléctrica, térmica, mecánica, etcétera).

La discusión principal en torno a la energía nuclear es que la radiación que generan los subproductos de la fisión y la fusión es sumamente nociva, ya que trastorna los procesos metabólicos, lo cual, por lo general, deriva en un gran deterioro o la muerte de los organismos expuestos a la radiación. Estas consecuencias fueron muy claras en la Segunda Guerra Mundial, cuando se lanzaron bombas nucleares sobre Hiroshima y Nagasaki, en Japón. Este hecho ha impedido que la energía nuclear se explote al máximo con fines benéficos (fig. 5.32).

Muchas organizaciones ecológicas y muchos científicos se han pronunciado a favor de la energía nuclear y en más de una ocasión se ha comprobado que contamina poco, por lo que en la actualidad se le considera una fuente de energía verde. Sin embargo, hace falta tiempo para que la confianza en utilizar este recurso sea retomada por las sociedades civiles y los gobiernos.

En relación con los derivados del petróleo que no incluyen combustibles también hay un extenso campo de investigación. Recientemente, investigadores neerlandeses desarrollaron un método para extraer etileno y propileno (precursores esenciales en la fabricación de muchos productos plásticos) a partir de biomasa (follajes, pastos, etcétera) y un **nanocatalizador** de hierro. Esto permite sustituir por completo al petróleo como reactivo de la industria del plástico, sin embargo, este tipo de tecnología por lo general tiene costos muy elevados, que difícilmente las industrias están dispuestas a pagar. Pero por algo se empieza.

En algunos lugares la biomasa ha ayudado a la generación de energéticos llamados biocombustibles, entre los que están el biodiésel y el bioetanol, los cuales ya compiten en rendimiento con combustibles como el diésel y otros derivados de petróleo y, sobre todo, en la disminución de contaminantes derivados de su combustión. Se sabe que el biodiésel produce mucho menos hollín, que se emite en forma de pequeñas partículas por la combustión incompleta de diversas sustancias. Este hollín es uno de los principales contaminantes en las ciudades donde se utiliza diésel como combustible base.

Lo anterior es motivo más que suficiente para sustituir los combustibles derivados del petróleo. Se han realizado muchos esfuerzos por implementar nuevas rutas de síntesis, así como el uso de productos menos contaminantes comparados con los derivados del petróleo. Muchos investigadores tienen como meta aventurarse en la investigación e innovación de nuevos compuestos, tomando en cuenta las mejoras ambientales que deben traer consigo.

Ahora nuestra principal preocupación debe ser promover y mantener un consumo energético más sano que garantice la supervivencia de cada una de las partes del ecosistema.

### Glosario

**fisión.** Proceso mediante el cual un núcleo atómico deriva en dos o más núcleos ligeros. La fisión de un núcleo también produce neutrones, que a su vez favorecen otros procesos de fisión.

**fusión.** Proceso mediante el cual dos o más núcleos similares se unen para formar un núcleo más pesado.

**nanocatalizador.** Especie química capaz de acelerar un proceso químico cuya singularidad radica en el hecho de que su tamaño oscila en el rango de los nanómetros ( $10^{-9}$  metros).

### Conexión

En este vínculo encontrarás más información sobre los biocombustibles, una alternativa al uso de combustibles fósiles.

<http://www.comoves.unam.mx/numeros/articulo/123/los-biocombustibles>

(Fecha de consulta: 20 de octubre de 2016.)



Figura 5.32. La energía nuclear es una opción, pero exige altísimas medidas de seguridad.

# Evaluación del bloque 5

Lee el siguiente reactivo y registra las respuestas en tu cuaderno.

## Los proyectos



La elaboración de actividades, cualquiera que sea su modalidad, requiere de un orden en el desarrollo de las mismas, desde cortar un limón con un cuchillo, hasta la elaboración de insulina en la industria farmacéutica. Sea cual fuere la actividad, se deben poner en práctica metodologías apropiadas para el desarrollo de estas actividades, según su naturaleza.

Las metodologías varían dependiendo de las necesidades y demandas de la actividad a realizar. Por lo general a todas estas iniciativas de desarrollo se les conoce como proyectos, de los cuales hemos hablado ampliamente en este libro, al menos de los proyectos escolares, científicos, académicos y tecnológicos.

La palabra proyecto deriva de la voz latina *proiectus*, y significa, entre muchas otras cosas, concebir, elaborar, hacer, idear. En sí, **proyecto** se describe como una manera organizada y ordenada de planear un conjunto de actividades, o también como un conjunto de ideas que se piensan poner en práctica, así como la forma como se llevarán a cabo.

1. De acuerdo con lo expuesto durante el bloque en términos de la elaboración de una metodología, ¿cómo se describe aquel método que se fundamenta en el planteamiento de objetivos e hipótesis, los cuales son aceptados o rechazados a partir de un proceso de desarrollo, experimentación y conclusión? Este método fue propuesto desde la época de los grandes filósofos, matemáticos y astrónomos griegos, y reforzó su estructuración con grandes pensadores como René Descartes (1596-1650) en su obra *Discurso del método*.  
  - A Método de investigación
  - B Método pedagógico
  - C Método científico
  - D Método empírico
2. De acuerdo con lo revisado durante todos los proyectos que has realizado en cursos anteriores de ciencias, y propuestos en esta obra, aquellos considerados como proyectos ciudadanos se caracterizan por las siguientes particularidades:  
  - A Se consolidan como proyectos hechos por ciudadanos. Los objetivos deben estar vinculados con una problemática que incluya a la comunidad civil.

© Nueva México

- B Se enfocan en resolver interrogantes derivadas de uno o varios fenómenos físicos y químicos que se manifiestan de manera tangible o no.
- C Son el resultado de buscar soluciones de forma racional a problemas que se observan en el mundo material.
- D Son aquellos que tendrán un impacto positivo en la comunidad.

3. Supongamos que quisieras desarrollar un proyecto enfocado a la restauración del sistema eléctrico de tu comunidad, ya que desde hace algunos años los postes de luz encargados de sostener el cableado, están muy deteriorados. También sabes que el gobierno municipal está aceptando proyectos que propongan soluciones a problemáticas comunitarias, así que esta es tu oportunidad. De acuerdo con lo leído, ¿qué tipo de proyecto es el que más se apega a tus necesidades de acuerdo con la elaboración y desarrollo de este?

- A Proyecto tecnológico
- B Proyecto escolar
- C Proyecto científico
- D Proyecto ciudadano

4. De forma condensada, el método científico se puede resumir en las siguientes fases o etapas:

- A Formulación de un problema; identificación de factores que afecten la problemática; recopilación de información; elaboración de conclusiones.
- B Identificación de oportunidades, diseño, organización y gestión, planificación y ejecución, evaluación y perfeccionamiento.
- C Propuesta de problemática a resolver, análisis de causas, conclusión.
- D Definición de objetivo(s), planteamiento de hipótesis, investigación teórica, planteamiento de la metodología, desarrollo de la metodología, organización y análisis de resultados, elaboración de conclusiones.

Lee el siguiente reactivo y registra las respuestas en tu cuaderno.

## Los cosméticos

Para probar la efectividad de sus productos, la industria de los cosméticos ha realizado diversas pruebas en animales. Esto ha causado un repudio generalizado entre grupos y asociaciones a favor de los derechos de estos seres, ya que muchas de estas pruebas son una clara evidencia de maltrato y tortura hacia los animales utilizados. Presionadas por estos grupos, muchas empresas dedicadas a la producción de cosméticos y productos de aseo personal han conducido sus investigaciones e innovaciones hacia el uso de materias primas naturales que no requieran este tipo de pruebas.

© Nueva México



Sin embargo, esta práctica no se ha fomentado en todo este sector industrial, sobre todo entre las grandes y poderosas firmas. Como alternativa, algunos gobiernos han invitado a los ciudadanos a elaborar sus propios productos. Sin que este sea el objetivo expreso, en nuestro país la Procuraduría Federal del Consumidor (Profeco) ha puesto a disposición de la ciudadanía una serie de proyectos caseros o tecnologías domésticas para la elaboración de diversos productos de uso personal, como detergentes, jabones, pinturas, cosméticos, etcétera.

1. Si quisieras seguir una metodología para elaborar una crema con olor a vainilla y extractos de aceite de oliva, ¿que tipo de proyecto elegirías para desarrollar tus ideas?

- A Proyecto tecnológico  
B Proyecto escolar  
C Proyecto científico  
D Proyecto ciudadano

2. Supongamos que realizarás una campaña a favor de la penalización de la experimentación en animales en la producción de cosméticos. Por tanto, debes planear tu proyecto, así como la elaboración de un escrito donde pongas de manifiesto tus inconformidades y expongas evidencias documentales que refuercen tu opinión. ¿Qué tipo de metodología utilizarías para este caso?

- A Método de investigación  
B Método pedagógico  
C Método científico  
D Método empírico

3. Te planteas elaborar un jabón corporal. De acuerdo con tus investigaciones, necesitas varias sustancias para llevar a cabo la producción, como jabón de tocador rallado, glicerina, agua y alguna esencia que te guste. ¿En qué etapa del desarrollo de tu metodología (suponiendo que sigues el método científico) te encuentras si es el momento de calentar el agua con el jabón para hacer una disolución y posteriormente agregar la glicerina con la esencia?

- A Planeación  
B Planteamiento de hipótesis  
C Conclusión  
D Desarrollo experimental

4. Ya has producido el jabón deseado; ahora procederás a distribuirlo primero entre tus familiares y posteriormente en tu comunidad, con la finalidad de crear una pequeña empresa. Para esta etapa requieres de varios medios de difusión. ¿A qué etapa de tu proyecto corresponde esta?

- A Planeación del proyecto  
B Desarrollo del proyecto  
C Comunicación del proyecto  
D Evaluación del proyecto

© Nueva México

Lee el siguiente reactivo y registra las respuestas en tu cuaderno.

## El petróleo

Los derivados del petróleo, en especial los plásticos, cuyo uso y aplicaciones están ampliamente difundidos entre los consumidores, han contaminado ecosistemas completos. Lamentablemente, la fauna es la que se ha visto afectada en mayor medida, al ser invadidos sus hábitats con una variedad enorme de materiales plásticos. De hecho, se cree que no hay porción del océano en el mundo que no contenga cierto número de partículas plásticas.



Los esfuerzos por reducir este impacto en el medio ambiente van desde la reutilización y reciclaje de plásticos, hasta la total sustitución o eliminación de su uso. Por ejemplo, algunas tiendas departamentales y supermercados han optado por no empacar las compras de los consumidores en bolsas de plástico; en vez de eso, proveen cajas y bolsas de papel, o simplemente estimulan a la población para que sean quienes lleven bolsos o sacos de tela para transportar la mercancía. Pero esto no subsana todos los demás desperdicios generados por la producción, uso y desecho de materiales plásticos.

1. De acuerdo con una clasificación desarrollada para el reciclaje de plásticos, investiga y elige a qué tipo de código de reciclaje corresponde el tereftalato de polietileno (PET, por sus siglas en inglés), que es muy utilizado en la industria de bebidas carbonatadas.

- A 1  
B 2  
C 3  
D 4 y 5

2. El *tetra brik* es un envase diseñado por una industria sueca, utilizado para almacenar y conservar alimentos por largo tiempo. Este envase contiene capas de polietileno, un plástico derivado de la industria petroquímica. A pesar de que es reciclable, no es biodegradable, por lo que su desecho sin tratamiento lo convierte en una fuente más de contaminación ambiental. Con esto en mente, ¿cuál de las siguientes opciones se acerca más a una forma de reciclaje a tu alcance?

- A Lavar y cortar los envases una vez vacíos y utilizarlos para almacenar otro tipo de cosas.  
B Lavar, secar y desarmar los envases, almacenarlos y dejarlos en un depósito de reciclaje o en el camión de la basura, separados de los demás.  
C Tirarlos directamente en los contenedores de basura.  
D No consumir líquidos que tengan este envase.

© Nueva México

# Fuentes de información

## Para el alumno

### Libros

- Asimov, Isaac (1989), *Breve historia de la Química*, México: Alianza Editorial.
- — (1987), *La búsqueda de los elementos*, México: Plaza y Janés Editores.
- Callan, Jim (2005), *Sorpréndete con los grandes científicos*, México: SEP/Limusa-Wiley, (Colección Astrolabio).
- Chamizo, José Antonio (2001), *Química mexicana*, México: Tercer milenio.
- Chimal, Carlos (2004), *Mario Molina y la carrera por el ozono*, México: SEP/Sistemas Técnicos de Edición (Colección Espejo de Urania).
- Chow Pangtay, Susana (1998), *Petroquímica y sociedad*, México: Fondo de Cultura Económica.
- Córdova Frunz, José Luis (1998), *La Química y la cocina*, México: Fondo de Cultura Económica (La ciencia para todos).
- García, Horacio (2002). *Del átomo al hombre*, México: SEP/Santillana (Colección Espejo de Urania).
- — (1990), *El químico de las profecías, Dimitri Mendeleiev*, México: Pangea Editores.
- — (2001), *El alquimista errante: Paracelso*, México: SEP/Pangea Editores.
- Garriz, Andoni y José Antonio Chamizo (1999), *Del Tequesquite al ADN, algunas facetas de la Química en México*, México: Fondo de Cultura Económica (La ciencia para todos).
- Guerrero Legarreta, Manuel (1991), *El agua*, México: Fondo de Cultura Económica, (La ciencia para todos).
- Irazoque, Glinda (2004), *La ciencia y sus laberintos*, México: SEP/Santillana.
- *La enciclopedia del estudiante, Física y Química volumen VII* (2006), México: Santillana, México, 2006.
- Rangel, Carlos (1992), *Los materiales de la civilización*, México: Fondo de Cultura Económica.
- Shifter, Isaac, y Esteban López Salinas (1998), *Usos y abusos de las gasolinas*, México: Fondo de Cultura Económica.
- Wolke, Robert (2004), *Lo que Einstein le contó a su cocinero*, México: SEP/Porrúa (Libros del rincón).

© Nueva México

### Revistas

- *¿Cómo ves?*, Revista de divulgación de la ciencia, Dirección General de Divulgación, UNAM.
- *Educación Química*, Facultad de Química, UNAM.
- *Investigación y Ciencia*, Revista de divulgación científica, Edición española de *Scientific American*.
- *Ciencia y desarrollo*, Revista de divulgación de la ciencia, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

### Páginas Web

- Simuladores:  
<http://phet.colorado.edu/es/> (Fecha de consulta: 20 de octubre de 2016.)
- Revista de divulgación:  
<http://www.comoves.unam.mx/> (Fecha de consulta: 20 de octubre de 2016.)
- Revista de divulgación:  
<http://www.educacionquimica.info/> (Fecha de consulta: 20 de octubre de 2016.)
- Reacciones químicas:  
<http://www.madrimasd.org/cienciaysociedad/taller/quimica/reacciones/> (Fecha de consulta: 20 de octubre de 2016.)
- Cuentos de Química:  
<http://plinios.tripod.com/> (Fecha de consulta: 20 de octubre de 2016.)
- Tabla periódica interactiva:  
<http://www.phtable.com/?lang=es> (Fecha de consulta: 20 de octubre de 2016.)

© Nueva México

## Para el maestro

- Ardúriz-Bravo, Agustín (2005), *Una introducción a la naturaleza de la ciencia. La epistemología en la enseñanza de las ciencias naturales*, Buenos Aires: Fondo de Cultura Económica.
- Arena, Susan y Morris Hein (2005), *Fundamentos de química*, 11ª ed., México: Thompson.
- Ávila Zárraga, José Gustavo (editor) (2009), *Química orgánica. Experimentos con un enfoque ecológico*, México: Dirección General de Publicaciones y Fomento Editorial, UNAM.
- Bueno Garese, Eduardo. "Aprendiendo química en casa", en *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, Vol. 1, Núm. 1, 2004, pp. 45-51.
- Caamaño, Aureli (2011), *Didáctica de la física y la química*, Barcelona: Graó.
- — (2011), *Física y química: complementos de formación disciplinar*, Barcelona: Graó.
- Carretero, Mario (2002), *Construir y enseñar las ciencias experimentales*, Buenos Aires: Aique Grupo Editor.
- Chamizo Guerrero, José Antonio (2006), *Cómo acercarse a la química*, México: Esfinge.
- Chamizo, J. A. y M. Izquierdo. "Evaluación de competencias en el pensamiento científico", en *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 51, 2007, pp. 9-19.
- Chang, Raymond y Kenneth Goldsby (2013), *Química*, 11ª ed., México: McGraw Hill.
- Chow Pangtay, Susana (2002), *Petroquímica y sociedad*, México: Fondo de Cultura Económica.
- Córdova Frunz, José Luis (2012), *La química y la cocina*, La ciencia para todos núm. 93, México: FCE/SEP/Conacyt.
- De Gortari, Eli (1963), *La ciencia en la historia de México*, México: Fondo de Cultura Económica.
- Daub, G. William y William S. Seese (2005), *Química*, México: Pearson Educación.
- Dingrado, L. (2003), *Química, materia y cambio*, México: McGraw-Hill.
- Fernández Álvarez-Estrada, Ramón y Marina Ramón Medrano (2003), *Partículas elementales*, México: Fondo de Cultura Económica.
- Fernández Flores, Rafael (1994), *La Química en la sociedad*, UNAM: México.
- Fuentes Moyado, Sergio y Gabriela Díaz Guerrero (2003), *Catalizadores. ¿La piedra filosofal del siglo XX?*, La ciencia para todos núm. 59, México: FCE/SEP/Conacyt.
- García-Sáinz, Jesús Adolfo (2002), *Hormonas. Mensajeros químicos y comunicación celular*, México: Fondo de Cultura Económica.
- Garritz, Andoni y J. A. Chamizo (2001), *Tú y la química*, México: Pearson-Prentice-Hall.
- Holum, John R. (2004), *Introducción a los principios de Química*, México: Limusa.
- Kind, Vanessa (2004), *Más allá de las apariencias. Ideas previas de los estudiantes sobre conceptos básicos de Química*, México: Aula XXI Santillana, Facultad de Química, UNAM.
- Kaufman, M. y L. Fumagalli (2000), *Enseñar ciencias naturales. Reflexiones y propuestas didácticas*, Barcelona: Paidós Educador.
- Laidler, Keith J. y John H. Meiser (2003), *Fisicoquímica*, 5ª ed., México: CECSA.
- Lehninger, K. L. (1999), *Principios de Bioquímica*, España: Worth.
- Licker, Marck D. (2003), *Dictionary of Chemistry*, New Jersey: McGraw-Hill.
- Malone, Leo J. (2004), *Introducción a la química*, México: Limusa.
- Martín Díaz, María Jesús, Miguel Ángel Gómez y María Sagrario Gutiérrez (2000), *La física y la química en secundaria*, Madrid: Narcea.
- Olivé, León y Ruy Pérez Tamayo (2011), *Temas de ética y epistemología de la ciencia. Diálogos entre un filósofo y un científico*, México: Fondo de Cultura Económica.
- Ortuño Arzate, Salvador (2009), *El mundo del petróleo. Origen, usos y escenarios*, México: Fondo de Cultura Económica.
- Pauling, Linus (1967), *The chemical bond*, Nueva York: Cornell University Press.
- Pérez Tamayo, Ruy (1998), *¿Existe un método científico? Historia y realidad*, México: El Colegio de México/Fondo de Cultura Económica. La ciencia para todos.
- Phillips, J. S., V. S. Strozak y C. Wistrom (2000), *Química, Conceptos y aplicaciones*, México: McGraw-Hill.
- Pozo Municio, Juan Ignacio y Miguel Ángel Gómez Crespo (2000). *Aprender y enseñar ciencia. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico*, Madrid: Javier Morata Editor.
- Press, Hans Jürgen (2006), *Experimentos sencillos con sólidos y líquidos*, México: SEP/Oniro.
- Romo de Vivar, A. (Ed.). (2006), *Química de la flora mexicana*, México: Investigaciones en el Instituto de Química: UNAM.



- Smoot, Robert y Jack Price (2003), *Química. Un curso moderno*, México: CECSA.
- Spiro, T. y W. Stigliani (2003), *Química medioambiental*, Madrid: Pearson-Prentice-Hall.
- Stathern, Paul (2000), *El sueño de Mendeleiev. De la química a la alquimia*, Madrid: Siglo XXI.
- Takeuchi, Noboru (2009), *Nanociencia y nanotecnología. La construcción de un mundo mejor átomo por átomo*, México: Fondo de Cultura Económica.
- Weart, Spencer (2006), *El calentamiento global*, México: Océano.
- Zárraga Sarmiento, Juan Carlos, Idalia Velázquez Villa y Alejandro Rodríguez Rojero (2004), *Química experimental: prácticas de laboratorio*, México: McGraw Hill.

### Consultadas para la elaboración de este libro

- American Chemical Society (2007), *Química*, México: Editorial Reverté.
- Brown, T. L., H. E. LeMay y B. E. Bursten (1998), *Química, la ciencia central*, México: Prentice Hall.
- Castells, J. (1981), *Química general*, Madrid: Alhambra.
- Chamizo, José Antonio (2001), *Química mexicana*, México: Tercer milenio.
- Chamizo, J. A., Izquierdo, M. (2007), "Evaluación de competencias en el pensamiento científico", *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*.
- Chang, R. (2002), *Chemistry*, Nueva York: McGraw-Hill.
- Sanmartí, N. (2002), "Didáctica de las ciencias en la educación secundaria obligatoria", *Síntesis educación*, Madrid, España.

La ciencia es una herramienta indispensable para explicar los diversos fenómenos que ocurren en la Naturaleza, y aunque vista de lejos parezca una disciplina muy compleja, propia de los laboratorios donde solo pueden trabajar los genios, está al alcance de todos.

Con el libro **Ciencias 3. Química** y la guía del docente, el estudiante de tercer grado de secundaria aprenderá los fundamentos de la ciencia como actividad humana en constante transformación, y descubrirá que la ciencia exige de habilidades y actitudes específicas que pueden desarrollarse desde el salón de clases a partir del trabajo individual y en equipos, como una aventura del conocimiento que a la vez contribuye a la formación de los estudiantes de educación básica.

DISTRIBUCIÓN GRATUITA  
PROHIBIDA SU VENTA

