

# Ciencias 3

## Química



Esperanza Soriano  
Alejandra González Dávila



# Presentación

**C**iencias 3, Química tiene como propósito colaborar en el desarrollo de conocimientos, habilidades y actitudes en los estudiantes. Se pretende que los alumnos se involucren de manera activa en su aprendizaje y logren asumir posturas críticas y objetivas que les permitan tomar decisiones informadas ante las diversas situaciones que se presentan en su vida cotidiana y que, a su vez, se responsabilicen de las consecuencias que sus acciones pudieran tener en la sociedad.

En ese sentido, se busca que el educando se reconozca como individuo que forma parte de una comunidad en la que sus decisiones pueden y deben afectar a los otros. Por tanto, el objetivo principal es que tanto alumnos como padres de familia y docentes trabajen todos juntos para acompañarse, aprender unos de otros y lograr los propósitos inicialmente establecidos.

La redacción del libro se basa en un lenguaje sencillo y accesible a los alumnos de tercero de secundaria, en ocasiones lúdico y en otras más serio, pero respetando siempre su nivel de comprensión. Con la finalidad de lograr los aprendizajes esperados, en cada bloque se sugieren diversas actividades y experimentos que complementan el texto y propician la reflexión y el análisis.

El enfoque con que se desarrolla el contenido del libro contempla la elaboración de proyectos que pondrán a prueba las actitudes y habilidades del alumno para trabajar en equipo, para sistematizar, analizar y sintetizar información, para ser crítico y creativo y, sobre todo, para tomar sus propias decisiones e integrar sus saberes construyendo un puente que va de la teoría a la aplicación, de la apropiación del conocimiento a su difusión y del trabajo individual al trabajo colaborativo. De esta forma, se continúa avanzando todos juntos con un ritmo que favorece y promueve la consecuente adquisición de conocimiento y de competencias para la vida.

Las evaluaciones que se presentan al final de cada bloque continúan con la preparación del alumno y permitirán evaluar de una manera más crítica y analítica los conocimientos, las habilidades y las actitudes adquiridas por el estudiante. El propósito de este sistema es verificar si los alumnos son capaces de trasladar todos sus conocimientos y aprendizajes a ámbitos cotidianos en los que deberán comprender y resolver problemas auténticos de muy diversos tipos. Es por ello que fundamentalmente se utiliza la experimentación, la difusión del conocimiento y diversos temas propios de la química.

Esperamos que este libro sea útil para cumplir con los propósitos para los que fue elaborado y que los jóvenes mexicanos descubran en el conocimiento la mejor herramienta para la vida. Con respeto, entrega y responsabilidad, dedicamos esta obra a todos aquellos que encuentren en la ciencia la sal y la pimienta de la vida.

Los editores

Ciencias 3, Química fue elaborado en Editorial Santillana por el equipo de la Dirección General de Contenidos.

#### Ilustración

Manuel Samolo Molohua Hernández, Trazo DG, S.C.

#### Fotografía

Archivo Santillana, Repositorio Global Santillana, Shutterstock, Photostock, Thinkstock, Glow Images, Wikipedia, Archivo Digital, Spirit of America (p. 54), Mat Hayward (p. 313 arriba), Igor Bulgarin (p. 313 en medio), Artens (p. 315)

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 Esperanza Soriano y Alejandra González Dávila  
D. R. © 2014 por EDITORIAL SANTILLANA, S. A. de C. V.  
Avenida Río Mixcoac 274, piso 4, colonia Acacias, C. P. 03240  
delegación Benito Juárez, Ciudad de México.

ISBN: 978-607-01-2263-7

Primera edición: abril de 2014

Segunda reimpresión: abril de 2016

Miembro de la Cámara Nacional de la Industria Editorial Mexicana.  
Reg. Núm. 802  
Impreso en México/Printed in Mexico

# Presentación para el alumno

**E**n la educación primaria cursaste la asignatura de Ciencias Naturales, en la cual estudiaste algunos de los fenómenos de la Naturaleza y de tu vida cotidiana que, sin saberlo, tenían que ver con la química.

También, en tus anteriores cursos de Ciencias de secundaria, profundizaste en diversos conocimientos científicos relacionados con los seres vivos y con los fenómenos naturales. Tal es el caso de las propiedades de los materiales (flexibilidad, permeabilidad, dureza), de la energía eléctrica que llega hasta tu casa o escuela, de las energías renovables, de los componentes de los seres vivos o de las características básicas de las sustancias constituyentes del Universo. Ahora te podrás dar cuenta de que aún te falta mucho por explorar.

En este curso encontrarás cosas fascinantes. Profundizarás en el nivel de estudio de la química, comprenderás y podrás explicar situaciones que se observan en la Naturaleza en tu día a día y reconocerás los alcances y las limitaciones del conocimiento científico y del quehacer tecnológico para mejorar la calidad de vida de las personas.

En **Ciencias 3. Química**, colaboramos para que, por medio de la lectura, de sugerencias, de actividades recreativas y experimentales, que te presentamos de manera didáctica y agradable, continúes descubriendo y adentrándote en los diferentes fenómenos y procesos naturales.

Asimismo, queremos invitarte a ser partícipe de tu propio aprendizaje, a indagar por tu cuenta, a usar todos los recursos que estén a tu alcance, a integrar temas de diversas áreas científicas y a seguir utilizando tu creatividad y razonamiento lógico para buscar explicaciones y participar de manera activa, responsable e informada en la solución de problemas académicos, o bien, de aquellos que atañen a tu escuela, familia y comunidad.

Deseamos que por iniciativa propia realices acciones individuales y colectivas que ayuden a lograr el bienestar social, promoviendo estilos de vida sanos con su consecuente cuidado del ambiente en pro del desarrollo sustentable. Esfuérzate en mejorar tus habilidades para presentar, interpretar, predecir, explicar, comunicar y poner en práctica lo que ya has aprendido y lo que vayas aprendiendo.

Conscientes de todos estos retos, en **Ciencias 3. Química** se han planteado actividades para revisar temas con información actualizada que se puedan relacionar con tu vida personal, cultural y social y que no se limiten al trabajo dentro del aula. Te exhortamos a explorar el agua en sus diversos estados, los materiales que te rodean, los cambios en el ambiente, los alimentos, la lluvia y un sinnúmero de fenómenos cotidianos.

De igual manera, promovemos el uso de páginas electrónicas en las que encontrarás simulaciones computacionales que te ayudarán a comprender fenómenos de una manera más simple, y te orientamos para seleccionar materiales documentales, filmicos y digitales que existen en tu escuela, como los libros de la biblioteca, las revistas y otros elementos educativos impresos, audiovisuales y digitales, que centran sus contenidos en el desarrollo de las competencias para la vida.

© SANTILLANA

Esta obra invita a colaborar de forma grupal en las actividades sugeridas, por eso es importante que trabajes con tus compañeros en un ambiente de respeto, democracia, honestidad, cordialidad, responsabilidad y compañerismo.

Escucha a los demás, respeta sus ideas, expón y defiende las tuyas con claridad, precisión y asertividad, y encuentra posturas que favorezcan la armonía entre todo el grupo. Realiza la autocrítica, evalúa tus acciones y atiende a lo que tus compañeros y tu profesor opinen de tu trabajo. Esto sin duda generará en ti un crecimiento personal muy importante.

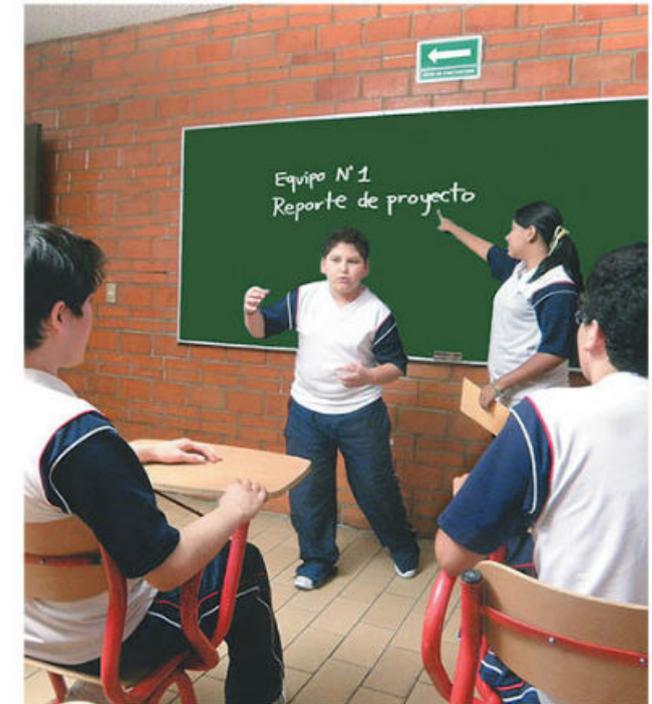
Al igual que hiciste en Ciencias 1 y Ciencias 2, trabajarás por proyectos. Los proyectos son una oportunidad en la que pondrás en práctica tu capacidad para organizarte, integrarte, usar tus conocimientos, generar un cordial ambiente de trabajo colectivo y fomentar la creatividad entre todos los integrantes de tu equipo. En esta sección de cada bloque, todos juntos podrán elegir un tema que sea de su agrado, que los motive y que les despierte su curiosidad.

El trabajo por proyectos que te propone esta obra te permite efectuar un conjunto de actividades en las que exploras, identificas y analizas una situación o problema en tu comunidad, para luego proponer algunas posibles soluciones. De esta manera, el trabajo por proyectos fortalece el desarrollo de las competencias, a partir del manejo de información, la realización de investigaciones, la elaboración de dispositivos experimentales y la obtención de productos concretos que se comparten y comunican con la misma comunidad (fig. 1).

Es importante que, a lo largo de los contenidos de los bloques, anotes tus inquietudes y preguntas, pues tal vez una de estas podría constituir el tema del proyecto. Por otro lado, los proyectos también promueven la colaboración entre diversas asignaturas, por lo que puedes empezar con el proyecto desde el inicio del bloque y planear algo que incluya otras áreas; procura comunicar tus resultados en varios formatos, además de exposiciones o reportes de trabajo. Las aptitudes, destrezas y la actitud son lo más valioso que se fortalece durante el desarrollo del proyecto.

Incluye a la comunidad escolar, a los habitantes de tu localidad y a los integrantes de tu familia. Divulga tus resultados y procura que la gente aprenda algo que no conoce y que seguramente le servirá en su vida diaria. Trata de concientizar a las personas acerca de lo importante que es tomar decisiones bien informadas y fundamentadas.

Considera la evaluación como un mecanismo en el cual tú mismo identifiques tus logros de aprendizaje, pero también presenta al profesor los resultados de tu trabajo para que los evalúe. Además, solicítale que te comente lo que puedes hacer para mejorar.



**Figura 1.** Las habilidades que desarrollas durante la exposición de los resultados de tu proyecto te servirán durante el resto de tu vida escolar y adulta.

© SANTILLANA

# Presentación para el docente

**P**ara lograr que los alumnos entiendan y tomen en cuenta las implicaciones que la ciencia y la tecnología tienen en la sociedad, el ambiente y el desarrollo de la cultura, estamos todos juntos: maestros, personal directivo y autores.

Nuestra intención es contribuir al propósito de la enseñanza de la ciencia fortaleciendo y enriqueciendo la formación científica básica de los estudiantes; el objetivo es guiarlos en la comprensión de los fenómenos y procesos naturales desde la perspectiva científica y, sobre todo, guiarlos para que desarrollen una capacidad crítica y reflexiva que les permita tomar decisiones responsables e informadas.

Lo anterior requiere ayudar a los alumnos para que obtengan las herramientas necesarias con las cuales cuestionen, planteen soluciones diferentes y lleguen a tener la capacidad suficiente para actuar con autonomía y responsabilidad hacia sí mismos y los demás al escoger los mejores objetivos de su vida diaria y ser partícipes de acciones comprometidas que contribuyan a mejorar su calidad de vida y la conservación del ambiente.

Es indispensable que, de manera equivalente, los docentes pongan en práctica lo antes citado y no limiten su labor en el aula a trabajar de manera tradicional con exposiciones unilaterales, indicaciones de transcripción de textos en el cuaderno, aplicando cuestionarios y ejercicios mecánicos, memorísticos, repetitivos u otras actividades tediosas que no solo obstaculizan el logro del perfil de egreso de la educación básica, sino que también debilitan el interés del alumno por la ciencia y no lo llevan a la reflexión, análisis, autonomía y desarrollo de pensamiento crítico.

No debemos olvidar que el docente, mediante la planeación y realización de panoramas, ambientes y actividades propicias, llamativas y didácticas, actúa como guía que acompaña al estudiante en la construcción de sus propios conocimientos. Eso es una pieza fundamental para el consecuente logro de los aprendizajes esperados del escolar y para despertar su curiosidad e interés para involucrarlo en actividades que le permitan adquirir competencias para la vida.

Por consiguiente, asumimos **Ciencias 3. Química** como un material de apoyo que está tanto al alcance del docente como del alumno para el estudio y desarrollo de los contenidos conceptuales, actitudinales y procedimentales que conllevarán al logro de los aprendizajes esperados y al fortalecimiento de las competencias y de las actitudes y habilidades deseadas en el área científica y en la vida cotidiana.

Las actividades y proyectos propuestos en esta obra están planteados desde contextos vinculados con la vida personal, cultural y social de los alumnos con la finalidad de que se den cuenta de la relación entre el avance científico, el desarrollo tecnológico y su impacto sobre la sociedad y el ambiente.

En estas actividades y proyectos, se alienta a los estudiantes a acercarse a diversos espacios físicos, fuera del salón de clases, que les sean más cómodos y en los que encuentren mayor relación con su vida cotidiana.

En todo el contenido del libro se hace énfasis en lograr que el alumno comprenda la ciencia como construcción humana y que visualice su carácter inacabado y, por tanto, su continua construcción y actualización con sus respectivos alcances y limitaciones.

Por otro lado, sugerimos materiales didácticos que cumplen con la exigencia actual de uso de las tecnologías de información y comunicación (TIC) y que construyen un vínculo entre las fuentes de consulta y las actividades que suelen realizar los alumnos en su vida cotidiana, como revisar páginas electrónicas, ver documentales, películas o, bien, consultar libros de la biblioteca escolar. Todo ello con el objetivo de desarrollar las competencias de los estudiantes.

**Ciencias 3. Química**, mediante actividades que favorecen el trabajo colaborativo, fortalece la comunicación, el diálogo y la conciliación de acuerdos. Promueve la tolerancia, el respeto, el aprecio por la pluralidad y la diversidad, el ejercicio de derechos y libertades, la visión de uno mismo a partir del otro y la responsabilidad que se tiene hacia los demás y hacia el ambiente.

En la realización de proyectos, la labor docente será de mayor importancia pues dicho esquema, al favorecer la integración y la aplicación de conocimientos, habilidades y actitudes en ámbitos sociales y personales, sirve para constatar los avances en la adquisición de competencias de los alumnos.

Por ello, el profesor deberá tener la habilidad de no solo proponer opciones y variantes atractivas para los estudiantes, sino de propiciar las condiciones necesarias para que ellos mismos construyan su conocimiento y obtengan resultados satisfactorios que los motiven aun más a generar nuevos proyectos y a ser cada vez más creativos, participativos e innovadores.

Los proyectos que se presentan al final de los primeros cuatro bloques tienen relación con los temas abordados en el bloque que les corresponde, mientras que los proyectos del bloque 5 están diseñados para integrar todos los conocimientos, habilidades y actitudes adquiridos durante el curso de Ciencias 3.

En todos los proyectos del libro se plantean lineamientos generales y preguntas motivadoras que sugieren algunas experiencias desencadenantes con el fin de despertar interrogantes en los alumnos, que se conviertan en punto de partida para encontrar el tema del proyecto que van a realizar.

Lo anterior no significa que se deba esperar hasta el final del bloque para elegir y comenzar el proyecto. Se requiere su habilidad como docente para perfilar temas de investigación y planear el desarrollo del proyecto en el transcurso del bloque, a fin de tener el tiempo necesario para sugerir recomendaciones y realizar las modificaciones pertinentes y comunicarlo durante las dos últimas semanas de cada bimestre.

Asimismo, puede generar un sistema de trabajo alternativo de modo que, en vez de realizar todos los proyectos que contiene esta obra, se desarrolle un número menor. De esa manera, tal vez pueda incluirse la participación de otras asignaturas y obtener productos multidisciplinares mejor elaborados, con más complejidad y cuya comunicación considere a una mayor cantidad de individuos.

La evaluación de las etapas del proyecto y de las actividades realizadas en el curso será una oportunidad para evaluar qué tanto se está favoreciendo el aprendizaje de los alumnos, a fin de que ellos asuman la responsabilidad de sus logros y fallas. Además, servirá para valorar el trabajo docente y para corregir, mejorar, incorporar o replantear estrategias y actividades didácticas que sean más eficaces para el logro educativo.

# Conoce tu libro

## Entrada de bloque

**BLOQUE 1**

### 1 Las características de los materiales

**Presentación del bloque**

3 **Competencias que se favorecen a lo largo de esta 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.



1 **Aprendizajes esperados**

- Identifica las aportaciones del conocimiento químico y tecnológico en la satisfacción de necesidades básicas, en la salud y el ambiente.
- Analiza la influencia de los medios de comunicación y los 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 mundo.
- 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 (balanzón, termómetro) que amplían la capacidad de percepción de nuestros sentidos.
- Identifica los componentes de las mezclas y las clasifica en homogéneas y heterogéneas.

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

3 **Describe métodos de separación de mezclas con base en las propiedades físicas de sus componentes.**

4 **Identifica que los componentes de una mezcla pueden ser característicos, aunque no sean perceptibles a simple vista.**

5 **Identifica la funcionalidad de expresar la concentración de una mezcla en unidades de porcentaje [%] o en partes por millón [ppm].**

6 **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.**

7 **Argumenta la importancia del trabajo de laboratorio al mejorar los mecanismos de investigación (predicción de masa en un sistema cerrado) para la comprensión de los fenómenos naturales.**

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

9 **A partir de situaciones problemáticas plantea preguntas, su propia y alternativas de solución, considerando las propiedades de los materiales e la conservación de la masa.**

10 **Identifica, mediante la experimentación, algunos de los fundamentos básicos que se utilizan en la investigación científica escolar.**

11 **Argumenta y comunica las implicaciones sociales que tienen los resultados de la investigación científica.**

12 **Evalúa los alcances y limitaciones de los procesos investigativos al utilizar el conocimiento y la evidencia científica.**

**Proyecto**

Al concluir el bloque proporemos explorar dos temas: "¿Cómo funciona una salinera y cuál es su impacto en el ambiente?" y "¿Qué podemos hacer para recuperar y reutilizar el agua del ambiente?"

- En cada entrada de los cinco bloques que integran este libro, se destaca el contenido que se explorará durante esa etapa.
- Se presenta una imagen relacionada con el contenido que se trata a lo largo del bloque.
- Presentación del bloque**  
Expone los conocimientos que se revisarán en los contenidos.

El bloque 1 incluye las **Competencias que se favorecen**, como herramientas útiles para la vida y la comprensión de los fenómenos y procesos naturales desde la perspectiva científica. Todos los bloques contienen los **Aprendizajes esperados** que pueden lograr los estudiantes con las estrategias didácticas propuestas. El **Proyecto** es un resumen de los elementos básicos necesarios para desarrollar un proyecto de integración, aplicar los conocimientos adquiridos y emplear los más recientes.

## Entrada de contenido

### 3.2. Toma de decisiones relacionada con rechazo, reducción, reuso y reciclado de metales

**Inicio**

**Aprendizaje esperado**

5 **Identifica en su comunidad aquellos productos elaborados con diferentes metales (cobre, aluminio, plomo, hierro), con el fin de tomar decisiones para promover su rechazo, reducción, reuso y reciclado.**

6 **Albera que con su hermano David le asignar algunos cosas para su día de cumpleaños. De un lote de compotas fabrica algunos (jocote como leguminosa, frijol, queso y otros productos empacados, como papas fritadas, leche en polvo y café). También elaboraron jugos, ensaladas y conservas en lata, así como salsas para efectos, una sopa de algas marítimas, una pizza y un plato de arroz.**

**Desarrollo**

7 **Un día cualquiera**

8 **Plasma en un día cualquiera de tu vida y tus compañeros. Some al desperdicio, no digas de baño, te refijas los dientes con un cepillo dental y mira en el espejo que tiene una resaca metálica que refleja la luz permitiendo que veas tu imagen. Luego abre las llaves metálicas de la regadera y te bañas. Cuando terminas de vestirse y pautura con un cepillo de cerdas metálicas, vas a desayunar.**

9 **En la cocina enciendes la estufa para poner a calentar una sacarina de acero y viertes un poco del aceite que está en un frasco. Luego rellenas un cacaón y seña con cuidado un hueco sobre la sartén colocada sobre el quemador metálico de la estufa. ¡Ojalá sacar del refrigerador (de cubierta y motor metálicos) un lote del agua que tenemos aquí. También prepara un sandwich para el reuso: toma un par de panes de una bolsa de plástico curado con un paquete de almidón, pones dos rebanadas de jamón y agregas unas chías provenientes de una bolsa que has abierto con un abridor de hierro, ¡qué delicia!**

10 **Esta es una descripción imaginaria de la primera hora de actividad de un día cualquiera en el que antes de salir de casa para la escuela has estado en contacto con diversos materiales de metal: de cartón, de plástico y de vidrio, entre otros. Este ejemplo muestra del para reflexionar acerca de todos los recursos naturales que utilizamos ahora en relación con la investigación científica que nuestros ancestros empleaban para realizar sus actividades básicas, considerando que en los inicios de la humanidad había una enorme disponibilidad de recursos en el planeta [Fig. 2.3].**

- Secuencias didácticas**  
El desarrollo de los contenidos se da a partir de secuencias didácticas divididas en tres momentos:
- Inicio**  
Constituido por una situación detonante a partir de un ejemplo cotidiano que introduzca al alumno en el contenido. Se acompaña esta situación de algunas preguntas que ayuden al estudiante a reflexionar sobre el mismo ejemplo.
- Desarrollo**  
Es la exposición del contenido, con los conceptos y argumentos necesarios para su debida comprensión y aprendizaje.

En el cuadro 2.3 se muestran algunos ejemplos de sus unidades que son reciclables.

Cuadro 2.3. Ejemplos de metales reciclables			
Metal de construcción y acero	Bolsa de azúcar de papel y aluminio	Paquetes de papel	Transferencia de aluminio
Latas de leche en polvo	Papel aluminio	Alfileres	Alfileres
Latas de conservas	Carritos de supermercado	Engrapes	Cables
Latas de refrescos	Resaca de metal	Carritos de compras	Tapas de metal
Botes de aerosol	Resaca de aluminio	Productos de uso público	Papel aluminio usado

México ocupa el primer lugar mundial en producción de plomo y el tercero en hierro. En la extracción de los metales de plomo también se recupera zinc, de manera que México es parte importante en la producción de plomo y zinc a muchos países industrializados, como Estados Unidos, Japón y la Comunidad Europea. De igual forma, ocupamos el quinto lugar en producción de plomo y zinc en extracción de zinc.

Aunque ocupamos el undécimo lugar mundial en abundancia de cobre, la extracción se ha vuelto cada vez más costosa y la producción nacional no alcanza para cubrir la demanda de diversos productos que requieren los más de 125 millones de toneladas de metal en el mundo nacional. Importamos cobre de Chile, el primer productor mundial, pero también importamos aluminio y hierro de Venezuela y Brasil.

Esto nos indica que la cultura de los cuatro años de los metales es la mejor forma de preservar nuestro patrimonio de recursos naturales no renovables, dentro y fuera del país. ¿Qué decides, y qué puedes hacer al respecto dentro de casa?

**Conéctate**

8 **Abre tu navegador de Internet y busca la siguiente dirección: [4 de diciembre de 2012] [www.institutoquimico.org.mx/temas/tema-1/](http://www.institutoquimico.org.mx/temas/tema-1/). Escribe en tu cuaderno cómo se clasifican los metales de acuerdo con sus características para las actividades productivas.**

**Practica lo aprendido**

7 **Con el apoyo de tu maestro, comparte las respuestas iniciales sobre el caso de Alicia y David y escuchas las respuestas de los compañeros.**

8 **Realiza las modificaciones necesarias incorporando lo que has aprendido en este momento. Incluye los ideas de los compañeros que complementen tus respuestas.**

9 **Para formalizar la tercera pregunta: "¿Cómo podemos contribuir a reducir estos metales y generar menos basura en casa?", elabora un plan de acción que incluya acciones grupales para llevar a cabo en la escuela en relación con los desechos de metal que ahí se generan y algunas acciones personales que puedes llevar a cabo con tu familia para el manejo de los residuos de metal."**

10 **Plantear preguntas que permitan a la comunidad escolar acceder a los planes de familia.**

- Cierre**  
Son actividades y preguntas cuya finalidad es consolidar la secuencia didáctica y alcanzar los aprendizajes respectivos.
- Secciones**
- Conéctate**  
Es una oportunidad para ingresar interactivamente al mundo digital. Incluye direcciones electrónicas y fuentes de información en Internet. Es una ventajosa e insustituible herramienta tecnológica.

## Secciones

### 9 Para saber más

Evidencia los alcances de la química en relación con otras asignaturas y áreas del conocimiento, y con la tecnología.

### 10 Glosario

Incluye la definición de conceptos clave relacionados con la química. El concepto definido se encuentra resaltado dentro del texto para facilitar su localización.

### 11 Con ciencia

Son actividades muy variadas para poner a prueba todo lo aprendido y desarrollar e investigar en la escuela, en casa, en la comunidad, explorando el propio ambiente y aplicando los conocimientos recientes.

### 12 Promoción de la salud

Contiene textos orientados a fomentar e impulsar hábitos y conductas que favorezcan la salud en todos los ámbitos y en todos los momentos de la vida.

### 13 Imágenes

En todo el libro se presentan fotografías, esquemas, ilustraciones, gráficas y cuadros con pies de figura, que apoyan el entendimiento de los contenidos.

9 **Para saber más**

Cuando los componentes de la mezcla se distinguen claramente a simple vista, se dice que la mezcla es **heterogénea**. Otra característica de estos es que sus componentes no se distribuyen de manera uniforme y su proporción es diferente en distintas regiones de la muestra. Hay ocasiones en que dos sustancias no pueden integrarse y quedan separadas, por ejemplo, el agua con aceite. Se dice que estas sustancias son **inmiscibles** o no miscibles.

En otros casos, los componentes de las mezclas se distribuyen de manera equitativa y uniforme en toda la muestra, por lo que es imposible identificarlos a simple vista. Se trata de mezclas **homogéneas**. De esta manera, las sustancias que las forman se integran entre sí de modo que no podemos distinguirlos, por lo que les llamamos sustancias **miscibles**.

En tales casos, a la mezcla homogénea se le conoce como **disolución**. Al componente que se encuentra en mayor cantidad en estas se le llama **disolvente**, mientras que el o los que están en menores cantidades se denominan **solutos**.

Muchos productos de limpieza son mezclas homogéneas acuosas. Por ejemplo, algunos blanqueadores suelen contener hipoclorito de sodio (NaClO, el sodio) disueltos en agua (el disolvente). Otro ejemplo de mezcla homogénea es la sangre: en cada mililitro cúbico (ml) de un varón adulto, presenta entre 4.2 a 6 millones de eritrocitos, de 4 000 a 10 000 leucocitos y de 100 000 a 300 000 plaquetas. Estos valores se modifican con la edad, el sexo y el estado de salud de las personas.

Existen también mezclas homogéneas en estado gaseoso y sólido. Por ejemplo, la plata que se utiliza en la elaboración de joyería es una mezcla homogénea sólida, conocida como aleación, formada por 10 % de platino (Pt) y 90 % de cobre (Cu).

El acero es un compuesto principalmente por hierro (Fe) y diversas proporciones de carbono (C) y níquel (Ni). Al igual que en las mezclas homogéneas líquidas, en las sólidas los átomos o moléculas del soluto se distribuyen de manera uniforme en todo el soluto, de tal forma que no se perciben sus componentes. Entre en una mezcla homogénea gaseosa en la cual el nitrógeno es el disolvente y los demás gases son los solutos.

**Para saber más**

Como la sangre es un compuesto, sus componentes se pueden separar por medio de la centrifugación. Si se coloca en un tubo de ensayo y se agita vigorosamente, como se muestra en la imagen, se separan en tres partes: la superior es el plasma, el medio, el suero y la inferior, el sedimento.

**Glosario**

**aleación**. Mezcla sólida de un metal con uno o más elementos, con el fin de mejorar sus propiedades. Se utilizan para un propósito específico.

**Con ciencia**

11 **Con ciencia**

Para clasificar algunas mezclas en homogéneas y heterogéneas, recuerda con tu compañero de equipo cuál es la apariencia de las mezclas que aparecen en la lista.

- arena
- alcohol
- bebida de plástico
- agua potable
- azúcar de abedul
- madera
- frías con crema y azúcar
- capazo de trigo

- arena y grava con cemento
- alfileres con tornillos
- mela (solo la parte)
- sopa de verduras
- agua de Jamaica
- crema de zanahoria
- azúcar con agua

• Elabora un cuadro de clasificación de estas mezclas en tu cuaderno. Justifica las razones de tu elección con una columna extra en tu cuadro.

• Identifica con otro equipo las diferencias entre la clasificación que realizaron y analiza si así se deben.

• Escribe una conclusión que muestre por qué con esta clasificación se puede sistematizar el conocimiento adquirido sobre las mezclas.

12 **Promoción de la salud**

Revisa esta página electrónica y responde (consultado el 7 de diciembre de 2012): [www.quimica.com.mx/igmpa/trabajos\\_fys3/tema2/tema2.htm](http://www.quimica.com.mx/igmpa/trabajos_fys3/tema2/tema2.htm)

- ¿Puede un material cambiar de estado de agregación sin aumentar o disminuir su temperatura? ¿Por qué?
- ¿Qué condiciones físicas del medio influyen en los estados de agregación?

Los gases, como el aire, no tienen forma propia ni volumen definido y ocupan todo el espacio disponible, lo que se conoce como expansión. Esto se debe a que sus partículas están muy separadas entre sí y se mueven a grandes velocidades. Como existe un gran espacio entre sus partículas, los gases pueden comprimirse, al disminuir su temperatura o aumentar la presión sobre ellos.

Debido a su naturaleza, en nuestra vida cotidiana encontramos más materiales líquidos y sólidos que gaseosos. Ejemplos de gases que utilizamos mucho son el oxígeno, que forma parte del aire, así como el gas doméstico y el gas natural que son fuente de energía, pero son tóxicos si los inhalamos.

**Con ciencia**

13 **Con ciencia**

Propósito: Identificar la relación entre el estado de agregación y las condiciones físicas del medio.

**Materiales:**

- 1/2 taza de fécula de maíz, como la que se utiliza para preparar el maicito.
- 1/2 taza de agua fría.
- 3 cucharas.
- 1 recipiente de plástico de 1/2 litro.
- 1 maraca (o remanegar de 500 ml) o un recipiente de vidrio Pyrex.
- 1 perilla eléctrica.
- 1 cronómetro.
- Servilletas de papel.
- 3 hojas de papel periódico.
- Pincel de maquillaje o un guante para sujetar cosas calientes.

**Procedimiento:**

- Cubre con el periódico el área sobre la que trabajaras con tu equipo.
- Anota en tu cuaderno las características de la fécula de maíz y del agua fría.
- Coloca la fécula de maíz en el recipiente de plástico, añade el agua poco a poco y revuélvelo lentamente con la cuchara hasta formar una mezcla similar a un almidón espeso.
- Anota las características de la mezcla.
- Elabora con tu equipo hipótesis sobre estas preguntas y escríbelas en tu cuaderno.
  - ¿Cómo clasificarías la mezcla según su estado de agregación? ¿Por qué?
  - ¿Qué ocurrirá al mezclarla con el agua fría y la fécula de maíz?
  - ¿Se podrá formar una bola con la mezcla?
- Trabaja con la mezcla para poner a prueba tus hipótesis (Fig. 1.13).
- Una vez realizado lo anterior, vierte la mezcla en el maracá y volvíala sobre la perilla.
- Enciende la perilla y observa durante cinco minutos si hay cambios en el estado de agregación de la mezcla.

14 **Proyectos**

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

**Aprendizajes esperados**

**El alumno:**

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

Cuando analices cada bloque, tendrás oportunidad de participar en la realización de un proyecto, como lo hiciste en los cursos de Ciencias 1 y Ciencias 2. Durante su elaboración integraras los conocimientos, las habilidades y las actitudes que has desarrollado y fortalecido a lo largo del estudio del bloque y de los cursos anteriores.

Para realizar los proyectos, te sugerimos integrar equipos (Fig. 1.14) de cuatro o cinco compañeros y organizar el trabajo en cuatro etapas:

1. **Planificación**
  - a) Seleccionar al equipo.
  - b) Definir el tema y tipo de proyecto.
  - c) Determinar actividades y recursos.
  - d) Asignar responsabilidades.
2. **Desarrollo**
  - a) Realizar actividades.
  - b) Organizar y analizar información.
  - c) Tener conclusiones.
3. **Comunicación**
  - a) Informe de trabajo realizado.
  - b) Presentación a la comunidad.
4. **Evaluación**
  - a) Aprendizajes sobre el tema.
  - b) Habilidades y actitudes adquiridas.
  - c) Logros y retos.
  - d) Recomendación a seguir.

Igual que en tus cursos de Ciencias anteriores, podrás elegir entre tres tipos de proyectos: científicos y tecnológicos. En los **proyectos científicos** estimularás tu curiosidad y capacidad para conocer, investigar y descubrir lo que hay a tu alrededor y en la naturaleza.

En los **proyectos tecnológicos** podrás en juego tu creatividad para diseñar y construir artefactos para atender alguna necesidad o bien, para evaluar un proceso o producto tecnológico actual o del pasado.

15 **Evaluación del bloque 5**

**El pan**

El trigo es la planta más cultivada en toda la Tierra y, al parecer, una de las primeras que el ser humano comenzó a cultivar. De él se obtiene la harina y, de esta, el pan. Los componentes básicos para elaborar el pan son harina, agua, azúcar, sal y levadura.

Las levaduras que se utilizan se llaman *Saccharomyces cerevisiae*. Se consiguen en el supermercado tanto frescas como deshidratadas e inactivas (en forma granulada).

La primera parte del proceso consiste en colocar la levadura en una mezcla de agua fría, sal, azúcar y un poco de harina. Después de unos minutos se observa la formación de espuma en la superficie de la mezcla.

El siguiente paso en la elaboración del pan es agregar la mezcla espumosa a la harina y amasarla. El proceso de amasado tarda cierto tiempo y es necesario añadir agua poco a poco, hasta obtener una masa tenaz, elástica y plástica.

Después se deja reposar la masa, más o menos una hora, en un recipiente cerrado que se coloca en un lugar a una temperatura de 20 a 30 °C. Una vez que se duplica el volumen de la masa, se golpea para desinflarla, se amasa de nuevo y se le da la forma deseada. Otra vez se deja reposar la masa hasta que nuevamente su tamaño, ya se procede a darle forma al pan y hornearlo.

Hay dos componentes de la harina de trigo de especial importancia para la elaboración del pan: el almidón y el gluten. El almidón por lo general forma granulos, pero en presencia de agua tiende a crear una especie de "glutina viscosa". Esto permite la distribución homogénea del agua durante el proceso de elaboración del pan.

El gluten es una glicoproteína [proteína unida a algún carbohidrato] y su molécula consta de una cadena principal enrollada (como un resorte) con ramificaciones, algunas de las cuales mantienen unida la cadena en determinadas zonas. El diagrama de la siguiente página representa los cambios que experimenta el gluten durante el proceso de amasado.

La levadura, fresca o deshidratada, consiste de hongos unicelulares que descomponen los hidratos de carbono mediante la fermentación.

Con el amasado se hace mezclar los ingredientes de manera homogénea para también lograr que esa mezcla se vuelva flexible.

# Índice

Presentación .....	3
Presentación para el alumno .....	4
Presentación para el docente .....	6
Conoce tu libro .....	8



**Bloque**

**1**

Las características de los materiales ..... 16

<b>1 La ciencia y la tecnología en el mundo actual .....</b>	<b>18</b>
--	-----------

- 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 ..... 26**

- Cualitativas ..... 26
- Extensivas ..... 30
- Intensivas ..... 34

## **3 Experimentación con mezclas ..... 38**

- Homogéneas y heterogéneas ..... 38
- Métodos de separación de mezclas con base en las propiedades físicas de sus componentes ..... 44

## **4 ¿Cómo saber si la muestra de una mezcla está más contaminada que otra? ..... 48**

- Toma de decisiones relacionada con la contaminación de una mezcla ..... 48
- Toma de decisiones relacionada con la concentración y sus efectos ..... 54

## **5 Primera revolución de la química ..... 58**

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

## **Proyectos: Ahora tú explora, experimenta y actúa. Integración y aplicación ..... 64**

- ¿Cómo funciona una salinera y cuál es su impacto en el ambiente? ..... 65
- ¿Qué podemos hacer para recuperar y reutilizar el agua del ambiente? ..... 65

<b>Evaluación del bloque 1 .....</b>	<b>70</b>
--------------------------------------	-----------



**Bloque**

**2**

Las propiedades de los materiales y su clasificación química ..... 74

## **1 Clasificación de los materiales ..... 76**

- Mezclas y sustancias puras: compuestos y elementos ..... 76

## **2 Estructura de los materiales ..... 82**

- Modelo atómico de Bohr ..... 82
- Enlace químico ..... 88

## **3 ¿Cuáles es la importancia de rechazar, reducir, reusar y reciclar los metales? ..... 94**

- Propiedades de los metales ..... 94
- Toma de decisiones relacionada con rechazo, reducción, reuso y reciclado de metales ..... 100

## **4 Segunda revolución de la química ..... 106**

- El orden en la diversidad de las sustancias: aportaciones del trabajo de Cannizzaro y Mendeleiev ..... 106

## **5 Tabla periódica: organización y regularidades de los elementos químicos ..... 112**

- Regularidades en la tabla periódica de los elementos químicos representativos ..... 112
- 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
- ¿Cuáles son las implicaciones en la salud o el ambiente de algunos metales pesados? ..... 142

<b>Evaluación del bloque 2 .....</b>	<b>148</b>
--------------------------------------	------------

## Bloque



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 ..... 162
- Toma de decisiones relacionada con los alimentos y su aporte calórico ..... 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 ..... 180

- Escalas y representación ..... 180
- Unidad de medida: mol ..... 184

Proyectos: Ahora tú explora, experimenta y actúa. Integración y aplicación ..... 192

- ¿Cómo elaborar jabones? ..... 192
- ¿De dónde obtiene la energía el cuerpo humano? ..... 192

Evaluación del bloque 3 ..... 198

## Bloque



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 la importancia de una dieta correcta ..... 212

### 3 Importancia de las reacciones de óxido y de reducción ..... 218

- Características y representaciones de las reacciones redox ..... 218
- Número de oxidación ..... 224

Proyectos: Ahora tú explora, experimenta y actúa. Integración y aplicación ..... 230

- ¿Cómo evitar la corrosión? ..... 230
- ¿Cuál es el impacto de los combustibles y posibles alternativas de solución? ..... 230

Evaluación del bloque 4 ..... 236

## Bloque



Química y tecnología 240

Proyectos: Ahora tú explora, experimenta y actúa. Integración y aplicación ..... 242

Proyecto 1. ¿Cómo se sintetiza un material elástico? ..... 242

Proyecto 2. ¿Qué aportaciones a la química se han generado en México? ..... 250

Proyecto 3. ¿Cuáles son los beneficios y riesgos del uso de fertilizantes y plaguicidas? ..... 252

Proyecto 4. ¿De qué están hechos los cosméticos y cómo se elaboran? ..... 254

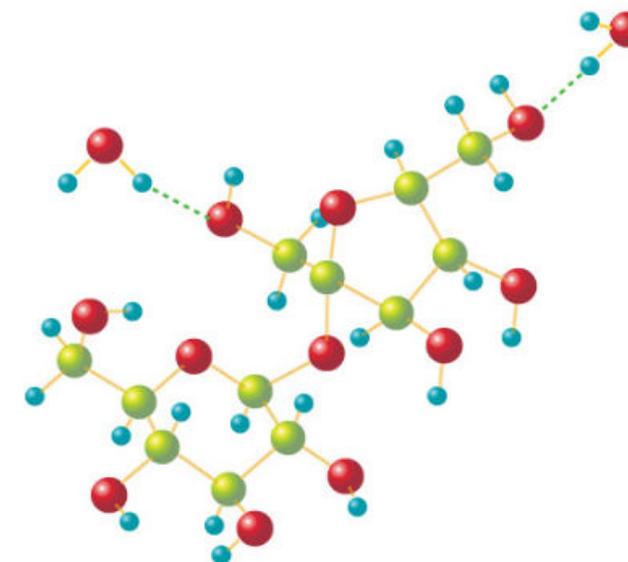
Proyecto 5. ¿Cuáles son las propiedades de algunos materiales que utilizaban las culturas mesoamericanas? ..... 256

Proyecto 6. ¿Cuál es el uso de la química en diferentes expresiones artísticas? ..... 258

Proyecto 7. ¿Puedo dejar de utilizar los derivados del petróleo y sustituirlos por otros compuestos? ..... 260

Evaluación del bloque 5 ..... 264

Fuentes de información ..... 268



# Las características de los materiales



## Presentación del bloque

Gracias a la labor científica que se ha desarrollado desde hace varios siglos, actualmente sabemos que todos los cuerpos del Universo están constituidos por materia. También sabemos que la materia tiene cierta estructura y que brinda a los objetos características especiales. En este bloque te mostraremos las propiedades de la materia y sus aplicaciones para mejorar la calidad de vida de las personas. Hacia el final, podrás usar las habilidades que desarrollaste en un proyecto de investigación.

### 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.

### Aprendizajes esperados

- Identifica las aportaciones del conocimiento químico y tecnológico en la satisfacción de necesidades básicas, en la salud y el ambiente.
- Analiza la influencia de los medios de comunicación y las actitudes de las personas hacia la química y la tecnología.
- Clasifica diferentes materiales con base en su estado de agregación e identifica su relación con las condiciones físicas del medio.
- Identifica las propiedades extensivas (masa y volumen) e intensivas (temperatura de fusión y de ebullición, viscosidad, densidad, solubilidad) de algunos materiales.
- Explica la importancia de los instrumentos de medición y observación como herramientas que amplían la capacidad de percepción de nuestros sentidos.
- Identifica los componentes de las mezclas y las clasifica en homogéneas y heterogéneas.

© SANTILLANA

- Identifica la relación entre la variación de la concentración de una mezcla (porcentaje en masa y volumen) y sus propiedades.
- Deduce métodos de separación de mezclas con base en las propiedades físicas de sus componentes.
- Identifica que los componentes de una mezcla pueden ser contaminantes, aunque no sean perceptibles a simple vista.
- Identifica la funcionalidad de expresar la concentración de una mezcla en unidades de porcentaje [%] o en partes por millón [ppm].
- Identifica que las diferentes concentraciones de un contaminante, en una mezcla, tienen distintos efectos en la salud y en el ambiente, con el fin de tomar decisiones informadas.
- Argumenta la importancia del trabajo de Lavoisier al mejorar los mecanismos de investigación (medición de

masa en un sistema cerrado] para la comprensión de los fenómenos naturales.

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

© SANTILLANA

### Proyecto

Al concluir el bloque proponemos explorar dos temas: "¿Cómo funciona una salinera y cuál es su impacto en el ambiente?" y "¿Qué podemos hacer para recuperar y reutilizar el agua del ambiente?"

# 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

#### Aprendizajes esperados

##### El alumno:

- 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.



**Figura 1.1.** La función de los desodorantes es enmascarar los olores producidos por la transpiración.

#### Los químicos en nuestra vida

Francisco fue a la farmacia a comprar un desodorante (fig. 1.1) y pidió a la vendedora que le mostrara algunos de marcas distintas. Le llamó la atención la etiqueta de uno que contenía esta información:

*Desodorante 100% natural, libre de químicos y de alcohol. Producto ecológico y amigable con el ambiente. Ingredientes: aceite de tomillo, propilenglicol, agua, estearato de sodio, lauril-13 carboxilato de sodio, perfume, EDTA tetrasódico.*

- ¿Cómo interpretas que un producto esté libre de químicos?
- ¿Qué ingredientes consideras que son de origen natural?
- ¿Qué opinas de la frase "la química es responsable de la contaminación"?

## Desarrollo

### La satisfacción de necesidades básicas



**Figura 1.2.** Basta echar un vistazo a nuestro alrededor para darnos cuenta de que la química nos rodea: se encuentra desde el dulce sabor de las frutas hasta en los plásticos más complejos.

El conocimiento químico ha hecho posible el estudio, la obtención y la transformación de materiales de origen natural, así como la elaboración de otros que no existen en la Naturaleza.

Utilizamos algunos de estos materiales como fuentes de energía o para fabricar productos de aseo personal y del hogar, para producir y conservar alimentos, así como medicinas, telas, calzado, insecticidas, juguetes, artículos deportivos, materiales para construir y para elaborar muchos otros bienes que empleamos en nuestra vida cotidiana.

Uno de los retos más importantes de la humanidad es satisfacer necesidades básicas como la alimentación, el vestido y la vivienda. En este sentido, la química, y la tecnología tienen mucho que ver (fig. 1.2). Por ejemplo, ¿te has preguntado qué hay detrás de los alimentos que llegan a tu mesa?

### La química y la tecnología

En la producción de alimentos, el uso del conocimiento químico y el desarrollo de la tecnología permiten contar con semillas mejoradas, alimentos balanceados para animales, fertilizantes para optimizar el rendimiento de las cosechas, así como con plaguicidas para proteger los sembradíos de agentes nocivos y plagas.

Para que los alimentos lleguen a nuestra mesa en condiciones adecuadas, se necesita transportarlos y en esta actividad también interviene la química. Por ejemplo, se utilizan gases que disminuyen la temperatura de los alimentos, lo cual contribuye a preservar sus propiedades, alargar su vida y mantenerlos en las mejores condiciones posibles, para que tú los consumas con seguridad. El uso de conservadores ayuda a mantener las cualidades nutritivas de los alimentos y a disminuir el tiempo de su deterioro. Por otro lado, se han desarrollado diversos materiales con los que se fabrican envases que protegen los alimentos de agentes externos (como la luz, el aire y la humedad) que aceleran su descomposición.

Observa la ropa que traes puesta. Es probable que casi toda esté elaborada con las llamadas fibras sintéticas, es decir, con materiales que no existen en la Naturaleza, como el poliéster, la poliamida, el rayón y el elastano. El desarrollo de estas fibras y de los tintes con que se elaboran las prendas es otro ejemplo de aplicación del conocimiento químico.

El desarrollo de materiales elásticos y resistentes nos permite contar con ropa, calzado y equipo más adecuados para la práctica de diferentes deportes. Por ejemplo, algunos zapatos deportivos se elaboran con materiales como poliuretano, poliamida y siliconas que los hacen más ligeros, flexibles y con mayor capacidad de absorción de los impactos que los anteriores elaborados con cuero. Los pantalones, camisetas y mallas deportivos prescinden ahora de las costuras y se fabrican con telas hechas de materiales que facilitan la ventilación y ayudan a eliminar el sudor.

Hemos mencionado la vivienda como otra necesidad básica del ser humano y en este aspecto el conocimiento químico ha favorecido el uso e invención de diversos materiales de construcción. Existen diferentes tipos de ladrillos, cementos y varillas utilizados en diversas construcciones (fig. 1.3); asimismo, se han producido plásticos que sustituyen a la madera y a tuberías elaboradas con metales como el cobre.



**Figura 1.3.** La metalurgia es una rama de la química que se encarga de la obtención y transformación de los metales, como el hierro, con el cual se elaboran las varillas de acero para la construcción.

Por otro lado, la química también contribuye a nuestro entretenimiento con el desarrollo de materiales como el policarbonato, con los que se fabrican DVD y discos compactos que te permiten disfrutar de tu música favorita o ver una película. De igual forma, los nuevos materiales como el aerogel y el grafeno (fig. 1.4), se aprovechan en la elaboración de productos útiles en diversas manifestaciones artísticas como la pintura, los instrumentos musicales, el teatro, el cine y la escultura. Ni qué decir de los distintos tipos de papel y tintas con que se elaboran materiales impresos como libros, revistas y periódicos.



**Figura 1.4.** El grafeno está constituido por átomos de carbono y es el material más delgado, flexible y resistente descubierto hasta el momento.

El armazón, el teclado, los cables y el ratón de las computadoras se fabrican con materiales plásticos que se obtienen a partir del petróleo, mientras que los chips de las computadoras y de otros dispositivos electrónicos contienen silicio o arseniuro de galio.

#### Para saber más

A inicios de 2012, los investigadores Frank Koppens y Gerasimos Konstantatos reportaron avances en el uso potencial del grafeno en dispositivos electrónicos. Entre las futuras aplicaciones de este material se espera producir teléfonos móviles y pantallas que se podrán enrollar como una revista, cámaras con visión nocturna para filmar incluso sin luz, parabrisas que aumenten la luminosidad en la carretera, así como diversos aparatos para el diagnóstico médico o de uso en la industria farmacéutica.

## Con ciencia

Comenta con tu equipo de dos compañeros cómo sería la vida cotidiana sin algunas de las aplicaciones del conocimiento químico y de la tecnología mencionadas hasta el momento. Con la guía de tu profesor, discute en grupo tus comentarios y anota las conclusiones en tu cuaderno.

### La salud

Para gozar de una buena salud es muy importante prevenir enfermedades, por lo que resulta de gran utilidad mantener condiciones de limpieza en nuestro cuerpo y hogares. La aplicación del conocimiento químico nos permite contar con diferentes productos de limpieza como jabones, desodorantes, champús, pastas dentales, detergentes, limpiadores y desinfectantes.

En tus cursos anteriores de Ciencias has conocido que el agua es vital para los seres vivos y que para los seres humanos es indispensable ingerir agua simple potable, es decir, que se encuentre libre de **microorganismos patógenos**. El uso de desinfectantes que contienen cloro, como el hipoclorito de sodio o el ácido hipocloroso, previene la aparición de diversas enfermedades como el cólera.

Durante el siglo XX, el uso del conocimiento químico y el avance de la tecnología en el área de la salud permitieron elaborar antibióticos, producir medicamentos para tratar infecciones bacterianas, así como fabricar masivamente vacunas que activan los mecanismos de defensa de nuestro cuerpo para prevenir algunas enfermedades.

Estos descubrimientos contribuyeron a mejorar los niveles de salud y favorecieron la disminución de los índices de mortalidad. Por ejemplo, a inicios del siglo XX la esperanza media de vida de los seres humanos era de 35 años y en la actualidad es de alrededor de 70; incluso en algunos países, como Japón, es de 80 años. La esperanza de vida en la población mexicana, es de 74.9 años de acuerdo con cifras del Inegi, publicadas en 2015.

En los hospitales, las aportaciones del conocimiento químico facilitan el trabajo de profesionales de la medicina, además de que permiten ofrecer una atención hospitalaria adecuada para favorecer el tratamiento y la recuperación de los pacientes. Gracias al uso de antisépticos y desinfectantes las intervenciones quirúrgicas se realizan en ausencia de microorganismos causantes de infecciones, y los anestésicos eliminan las sensaciones dolorosas.

La síntesis de nuevos materiales de origen metálico, cerámico y de diversos tipos de plástico ha permitido fabricar jeringas, bolsas de sangre, tubos, guantes, válvulas, así como otros instrumentos quirúrgicos y envases de uso hospitalario.

Con algunos de estos materiales se elaboran también dispositivos para restaurar o reemplazar algún tejido o función dañada; por ejemplo, marcapasos para el corazón, lentes, prótesis de córnea y oído, miembros artificiales como piernas, manos y brazos, entre otros (fig. 1.5).

### Glosario

**microorganismos patógenos.** Seres vivos microscópicos perjudiciales para la salud, como bacterias y parásitos.



Figura 1.5. El diseño de prótesis involucra el trabajo colaborativo de profesionales de la medicina, física y química.

En la actualidad, se realizan investigaciones relacionadas con la creación de nuevos materiales para, por ejemplo, obtener piel artificial destinada a la curación de quemaduras graves, desarrollar células para el control terapéutico de la diabetes y contar con tratamientos para diversas enfermedades de origen genético.

Como puedes apreciar, son muchas las aplicaciones del conocimiento químico en el área de la salud, pero es necesario ser precavidos al utilizar los productos derivados de ellas. Recuerda que los medicamentos deben ser recetados por profesionales de la salud y debemos seguir al pie de la letra sus indicaciones. Por otro lado, es importante leer las etiquetas de los artículos de limpieza e higiene para emplearlos de manera segura.

## Con ciencia

Bajo la coordinación de tu maestro, comenta en grupo sobre algunos medicamentos de uso común en el hogar y para qué enfermedades se utilizan. Reflexiona con tu grupo sobre la importancia de los medicamentos y su uso adecuado.

### Conéctate

Si quieres ahondar más en la química y cómo nos ha ayudado en la vida cotidiana revisa los siguientes materiales bibliográficos.

Roberto Rugi. *La química*. SEP/Editex, México, 2003. Libros del Rincón.

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

### El ambiente

En muchas ocasiones se asocia a la química con los problemas ambientales que enfrenta la sociedad actual. Si bien es cierto que durante la obtención de muchas sustancias de origen natural, así como en la fabricación de diversos materiales y productos, se originan contaminantes, el uso indiscriminado que hacemos de ellos y el manejo inadecuado de los residuos contribuyen también de manera considerable en la generación de diversos problemas ambientales (fig. 1.6).

Uno de los problemas ambientales más severos lo constituye la contaminación del aire, la cual se produce como consecuencia de diversos fenómenos naturales, como las erupciones volcánicas, y actividades humanas. Entre estas últimas figura la obtención de diversos tipos de energía, para lo cual se queman combustibles fósiles como madera, carbón y productos derivados del petróleo, por ejemplo, la gasolina y el diésel. Durante las erupciones volcánicas y cuando se queman combustibles fósiles (fig. 1.7) se producen gases contaminantes como el dióxido de carbono, uno de los que propician el incremento global de la temperatura del planeta y contribuye al efecto invernadero, así como los óxidos de nitrógeno y de azufre, que son precursores de la llamada lluvia ácida.

No obstante, el desarrollo científico y tecnológico ha hecho posible que en la actualidad el ser humano cuente con fuentes de obtención de energía más amigables con el ambiente como la energía eólica, que aprovecha el viento para producir energía eléctrica, y las celdas solares, que permiten la transformación de parte de la radiación solar en energía eléctrica. Las celdas o paneles solares están formadas por películas de silicio o por cristales de arseniuro de galio, materiales fabricados gracias al avance científico en el campo de la química.



Figura 1.6. Para evitar más problemas ambientales, es necesario que nos acostumbremos a colocar los residuos sólidos en contenedores específicos, que pueden convertirse en una herramienta indispensable para combatir la acumulación de basura y su mal manejo.



Figura 1.7. Los automóviles son la principal fuente de contaminación ambiental provocada por el ser humano.



**Figura 1.8.** Vehículos como el de la imagen utilizan hidrógeno como fuente de energía y producen agua en lugar de las emisiones contaminantes de los combustibles tradicionales.

se encuentran el gas natural, que utilizan algunos vehículos de transporte público; la energía eléctrica; el biogás, que se obtiene por acción de microorganismos sobre residuos vegetales, y las llamadas pilas de combustible. Con estas últimas se obtiene energía eléctrica a partir de la transformación de hidrógeno y oxígeno en vapor de agua (fig. 1.8).

La necesidad de optimizar el uso de la energía ha llevado a crear nuevos materiales de construcción. En muchas de las grandes ciudades del mundo se construyen los llamados edificios "inteligentes", en los cuales se utilizan, entre otros materiales, vidrios recubiertos con películas especiales que permiten el paso de la luz, lo cual favorece el ahorro de energía eléctrica, así como otras que reflejan o absorben parte de la energía solar según las necesidades de temperatura requeridas dentro de los edificios.

Un ejemplo más son los muros de algunas construcciones donde se utilizan materiales que contienen parafina, sustancia que absorbe calor y modifica su estado de agregación de sólido a líquido, lo que reduce la temperatura dentro de los edificios. Así se disminuye el uso del aire acondicionado y el consumo de electricidad.

Otro problema ambiental actual es la contaminación del suelo debido a la acumulación excesiva de residuos sólidos como restos de comida y diversos objetos de uso cotidiano elaborados con materiales como vidrio, metales, plásticos y papel.

Todos podemos contribuir a disminuir este problema si tomamos decisiones adecuadas para rechazar o reducir el consumo de diversos objetos y productos, o bien reutilizarlos y separarlos para que se sometan a diferentes procesos de reciclaje, de tal forma que se puedan utilizar para elaborar productos nuevos.

Una manera de contribuir a mejorar el ambiente consiste en separar la basura en nuestros hogares. Los restos de comida son **biodegradables**, y se pueden aprovechar en la elaboración de un abono para las plantas llamado composta. El vidrio y en general los metales se pueden reutilizar y, la mayoría de los plásticos, reciclar.

Los plásticos se usan para fabricar muchos objetos de uso cotidiano, pero se obtienen a partir del petróleo, un recurso no renovable cada vez más escaso. Cuando se sintetizaron los primeros plásticos no se conocían las consecuencias ambientales asociadas a su producción y uso. Uno de los problemas que ocasionan es que se acumulan como basura, pues algunos permanecen en el ambiente hasta trescientos años sin modificarse.

También existen avances en la fabricación de vehículos y en el tipo de combustibles que utilizan. Por ejemplo, los automóviles modernos son más ligeros, pues están elaborados con plásticos y materiales elásticos, como polietileno, poliuretano, poliestireno, policarbonato y poliéster, que sustituyen a los metales que se usaban en épocas pasadas. Esto favorece que consuman menos combustible al recorrer una distancia similar y, por tanto, disminuye la emisión de gases contaminantes a la atmósfera.

De igual forma, se han desarrollado vehículos que utilizan combustibles alternativos a los derivados del petróleo, como la gasolina y diésel. Entre ellos

## Glosario

### biodegradable.

Material que puede ser transformado por agentes biológicos como plantas, animales o microorganismos, lo que posibilita su incorporación a los ciclos naturales.

En la actualidad, gracias al desarrollo de la ciencia y la tecnología muchos de los plásticos se pueden reciclar; además se cuenta con plásticos biodegradables elaborados, por ejemplo, de sustancias extraídas de las plantas (fig. 1.9).

Tú puedes contribuir al reciclaje de los plásticos si los separas según un código que se incluye en los objetos elaborados a partir de este tipo de materiales (cuadro 1.1). Al hacerlo, facilitas su distribución hacia los centros de acopio y de reciclaje, donde se someten a diversos procesos con el propósito de utilizarlos para elaboración de otros productos. Incluso, en algunos países, cierto tipo de plásticos se utilizan para la obtención de energía.

**Cuadro 1.1. Códigos del plástico con el cual están elaborados los objetos**

Código	Material
 1 PET	Polietilentereftalato o polietileno tereftalato
 2 PEAD	Polietileno de alta densidad
 3 PVC	Cloruro de polivinilo
 4 PEBD	Polietileno de baja densidad
 5 PP	Polipropileno
 6 PS	Poliestireno y espuma de poliestireno
 7 OTROS	Otros



**Figura 1.9.** Algunos plásticos biodegradables se elaboran con almidón de papa o maíz.

## Con ciencia

Con la guía de tu profesor, elabora con tu grupo un programa de separación de residuos sólidos en tu hogar y escuela.

- Pide ayuda a tu profesor para involucrar a los demás miembros de la comunidad escolar y para que los directivos de la escuela los apoyen con los recursos necesarios.
- Elige con tu equipo la forma más adecuada para difundir el programa en la escuela.
- Lleva el plan a tu casa y comunícalo a tus familiares para que empiecen a separar los residuos.
- Investiga con tu equipo si en tu localidad existen centros de acopio de residuos y contáctalos para saber cómo pueden hacérselos llegar. Si no localizas ninguno, plantea a tu profesor preguntar a las autoridades gubernamentales para que te brinden su apoyo.

## Conéctate

La química ¿nos beneficia o nos daña? Si deseas ahondar en el tema ingresa a esta dirección, [goo.gl/ZXIP06](http://goo.gl/ZXIP06) [Fecha de consulta: 24 de enero de 2017].

También podrás encontrar más información en el video "Modelos de los desconocidos" en "El mundo de la química", vol. 2, en *El video en el aula. Acervo y usos didácticos de la videoteca escolar. Educación secundaria.* SEP, México, 1996.

## Lo que se piensa de la química

Algunas personas reconocen la utilidad del conocimiento químico en la obtención de materiales con los que se elaboran diversos productos que facilitan la vida diaria, pero otras consideran que los productos químicos son dañinos para la salud o para el ambiente.

Es necesario reconocer que el conocimiento químico no siempre se ha utilizado con fines benéficos para la humanidad. Desde hace muchos años se han desarrollado explosivos, gases tóxicos, drogas y armamento.

También es cierto que durante la producción de materiales, y como consecuencia de su uso, se generan contaminantes del aire, del suelo y del agua. Esto puede explicar por qué existe cierto rechazo social hacia la química.

Por otro lado, los medios masivos de comunicación, como la radio, la televisión y los periódicos, que tienen un papel muy importante en la difusión de la información, promueven la compra de diversos productos, instrumentos y aparatos que son el resultado de la aplicación del conocimiento científico y tecnológico.

En algunos mensajes comerciales se utilizan expresiones como: "Elaborado con ingredientes de origen 100% natural" y "Este producto no contiene químicos". En estos anuncios no se considera que toda la materia está formada por sustancias químicas (fig. 1.10), incluso la de origen 100% natural, ni que existen sustancias naturales producidas por plantas y animales que son dañinas para los seres humanos, como las de las avispas, algunas arañas y serpientes.

En contraste con lo anterior, algunos mensajes publicitarios se apoyan en el prestigio de la ciencia para dar confianza a los compradores; por ejemplo, se indica que algo está *científicamente comprobado* sin aportar datos que avalen dicha afirmación.

Por otro lado, en algunos medios masivos de comunicación se incluyen secciones o programas dedicados a la transmisión de información relacionada con conocimientos científicos y tecnológicos. En ellos suelen participar profesionales conocidos como divulgadores de la ciencia que informan a la población diversos avances y aplicaciones científicas y tecnológicas mediante el uso de un lenguaje accesible para la mayoría de las personas.

Además de los programas en radio y televisión, existen periódicos y revistas que difunden este tipo de información con la finalidad de hacer llegar a más personas, sobre todo a los jóvenes, las últimas novedades en la ciencia y la tecnología. El propósito de estos programas es interesar al público en temas que constituyen los campos de investigación de la química y en algunos casos, actualizar la información sobre algunos aspectos para generar una actitud favorable hacia la ciencia en general.

Disfrutar de los beneficios de la química ha requerido el estudio y trabajo de los profesionales dedicados a esta rama del conocimiento: los químicos. Ellos y ellas, en sus diferentes especialidades, se enfocan en el estudio de la materia y sus transformaciones.

Así, la química es una ciencia que investiga y explica la estructura de la materia, su composición, sus características y propiedades, así como las transformaciones que experimenta y su relación con la energía.



Figura 1.10. Desde una fruta hasta un insecticida contienen sustancias químicas.

La creación de nuevos materiales es la respuesta para satisfacer las necesidades actuales de la sociedad y planear nuevas posibilidades para el futuro. Las comunidades científicas están formadas por personas de todo el mundo y su labor incesante contribuye al avance del conocimiento en beneficio de la sociedad. La utilización responsable de ese conocimiento y de la tecnología es un reto para asegurar la convivencia armónica con la Naturaleza sin detener el desarrollo (fig. 1.11).



Figura 1.11. La labor de profesionales de la química es generar conocimiento, pero su uso depende de otros.

Es importante estar informados para adoptar una postura crítica que nos lleve a tomar decisiones adecuadas y responsables al consumir y desechar los productos.

## Con ciencia

Integra un equipo con tres compañeros.

- Con la guía de tu profesor divide en dos conjuntos los equipos formados en el grupo.
- Un conjunto de equipos entrevistará a diferentes personas para conocer su opinión sobre la química; el otro, analizará un anuncio comercial con alguna de las características mencionadas en los textos anteriores (no contiene químicos por ser 100% natural, científicamente comprobado, etcétera) y recabará la opinión de algunas personas sobre estos productos.
- Para redactar las preguntas de la entrevista, toma en cuenta estos aspectos: la opinión de las personas sobre la química, los productos químicos que utilizan o consumen con mayor frecuencia y cómo sería su vida sin dichos productos.
- Para el análisis de los mensajes comerciales identifica los productos en los que se promueva la ausencia de productos o sustancias químicas, así como aquellos que se apoyan en supuestas comprobaciones científicas. Redacta preguntas relacionadas con estos puntos para recabar las opiniones.
- Entrevista amigos, otros alumnos de la escuela, profesores, familiares y conocidos. Si lo deseas, entrevista a personas en un lugar concurrido, como una tienda o un parque. Para ello organízate con tu equipo y pide a un familiar que los acompañe. Recuerda ser siempre respetuoso con los demás y pedir permiso para entrevistarlos.
- Revisa con tus compañeros las entrevistas y analiza si los entrevistados proporcionan información suficiente para avalar sus afirmaciones sobre la química. En el caso de los anuncios, evalúa si crean ideas falsas en quienes entrevistaste.
- Comenta con tu equipo si los entrevistados tienen información suficiente para avalar sus afirmaciones.
- Con la guía de tu maestro, comparte con el grupo los resultados de tu trabajo.



Figura 1.12. Tu participación en un debate es una manera de mostrar tu interés y conocimientos sobre un tema.

## Practica lo aprendido

Con la guía de tu maestro, organiza en el grupo un debate (fig. 1.12) sobre las aplicaciones del conocimiento químico y tecnológico en la satisfacción de necesidades básicas, en la salud y el ambiente, así como la influencia de los medios de comunicación y las actitudes de las personas hacia la química y la tecnología. Organiza el grupo en dos equipos y redacta algunas preguntas que guíen la discusión. Recuerda que esta técnica permite mostrar distintos puntos de vista. Al concluir, pide al profesor que evalúe a los equipos y les sugiera cómo mejorar en ocasiones posteriores.

## Cierre

# Identificación de las propiedades físicas de los materiales

## 2.1 Cualitativas

### Inicio

#### Aprendizaje esperado

##### El alumno:

- Clasifica diferentes materiales con base en su estado de agregación e identifica su relación con las condiciones físicas del medio.



**Figura 1.13.** Los trajes de baño de alta tecnología disminuyen la resistencia al agua, como si fueran las escamas de los peces.

### Tecnología en la alberca

En una investigación en la que se analizaron miles de competencias de natación de los veinte años más recientes, se encontró que muchos de los récords mundiales se relacionaban con los trajes de baño de poliuretano, muy usados en los juegos olímpicos de Beijing 2008 y en el campeonato Mundial de Natación de Roma 2009. Por esta razón, se ha prohibido el empleo de trajes de baño de alta tecnología. Nadadores como Michael Phelps recibieron con gusto esta decisión, pues opinan que las competencias deben ser de natación no de tecnología de trajes de baño (fig. 1.13).

En el caso de otros deportes, como las carreras de pista, la maratón o el fútbol, se utilizan fibras de origen natural, como el algodón, así como artificiales o sintéticas: el nailon, el acrílico, el rayón y el poliéster. Con estos materiales se fabrican telas ligeras y durables que al secarse rápidamente contribuyen a evaporar el sudor, lo cual da gran comodidad al atleta.

- ¿Cómo identificarías las propiedades de las prendas deportivas?
- ¿Qué tan confiables son nuestros sentidos para identificar estas propiedades?
- ¿Cómo describirías las propiedades cualitativas?

### Desarrollo

#### Características perceptibles de los materiales



**Figura 1.14.** Un cuaderno, una pluma y un estuche están hechos de materiales diferentes. Es importante reusarlos para generar menos desechos sólidos.

Al emplear tus sentidos para identificar la ropa que vistes, los objetos que hay en tu salón de clases, los que utilizas para tomar notas, los que traes en el bolsillo o en la mochila, así como las envolturas y los envases de tus alimentos y bebidas, notarás algunas diferencias entre ellos. ¿Reconoces el material con que están elaborados?

La elección del material para producir un objeto depende tanto de sus características como del uso que tendrá, por ejemplo, las mochilas se fabrican con materiales resistentes. Cuando los objetos se rompen, se desgastan o consideramos que ya no son útiles, terminan en los depósitos de residuos sólidos o se disponen en tiraderos sin control sanitario o clandestinos, lo cual ocasiona contaminación del agua, suelo y aire (fig. 1.14).

© SANTILLANA

© SANTILLANA

### Con ciencia

Reúnete con un compañero y realiza lo que se te pide.

- Reúne distintos útiles escolares, alimentos, bebidas y objetos que lleves en tu mochila.
- Escribe en tu cuaderno las características de cada objeto, así como del material o materiales con los cuales está elaborado.
- Con la dirección de tu profesor organiza un juego con el resto del grupo en el que un integrante de cada pareja describa las características de un objeto, sin mencionar su nombre ni el material de que está hecho. Los demás equipos deberán adivinar el nombre del objeto y el material con que se fabricó.
- Con la ayuda de tu profesor, reflexiona con tu grupo acerca de estos aspectos. Al final escribe las conclusiones en tu cuaderno.
  - Las características del objeto (olor, estado de agregación, forma, color, etcétera) y de los materiales que contribuyeron para su identificación.
  - ¿Es confiable clasificar los objetos a través de lo que percibimos con los sentidos?
  - ¿Qué utilidad tiene conocer las características de los materiales?
  - ¿Hubo un material que no conocieran? ¿Qué necesitarían para saber de qué está hecho?



**Figura 1.15.** En el estado sólido las partículas están muy cercanas y ordenadas entre sí.

El color y la forma son características que percibimos con los sentidos. Sin embargo, en ocasiones su percepción depende de las condiciones del medio, de la cantidad de luz disponible y del lugar de observación. A estas características se les conoce como **propiedades cualitativas**, porque permiten describir cualidades de un objeto que no son medibles.

El **olor** es una propiedad cualitativa que, en ciertos casos, nos ayuda a identificar las sustancias. Nuestro sentido del olfato nos permite distinguir entre más de diez mil aromas diferentes y percibimos el olor de algunos gases y sustancias volátiles. Si bien nuestros sentidos son muy útiles para identificar las propiedades cualitativas, en ocasiones son limitados.

El **estado de agregación** también es una propiedad cualitativa que depende de las condiciones de temperatura y de presión a las cuales se encuentren los materiales. Los objetos en estado sólido, como un lápiz, tienen forma y volumen definidos, ya que sus partículas están muy cercanas entre sí. Esto se debe a las fuerzas de atracción o de cohesión que mantienen unidas a las partículas y evitan que se desplacen (fig. 1.15).

Los cuerpos en estado líquido, como el agua, tienen un volumen definido y adquieren la forma del recipiente que los contiene, porque las fuerzas de cohesión entre las partículas son menores que en el estado sólido. Por esta razón los líquidos pueden fluir y son prácticamente incompresibles, es decir, no se modifica su volumen a presiones moderadas. Las moléculas que forman a los líquidos están unidas por fuerzas de atracción entre ellas, lo cual hace parecer que los líquidos están rodeados por una membrana en tensión, propiedad conocida como **tensión superficial** (fig. 1.16).

Si ponemos en contacto la orilla de una servilleta con un líquido, como el agua, observamos que de inmediato el líquido asciende venciendo la fuerza de gravedad. Esto se debe a la propiedad conocida como **capilaridad** y se explica como la atracción o adherencia entre el líquido y un material sólido poroso.

### Conéctate

Podrás profundizar algo sobre el tema con el video "Estados de la materia" en "El mundo de la química", vol. 3, en El video en el aula. Acervo y usos didácticos de la videoteca escolar. Educación secundaria. SEP, México, 1996.



**Figura 1.16.** Debido a la tensión superficial del agua, algunos insectos permanecen suspendidos sobre ella.

## Promoción de la salud

Los órganos con que nos acercamos al mundo son muy delicados y debemos cuidarlos. Para que no se deteriore la vista, usa gafas oscuras en lugares muy soleados, mira el televisor desde una distancia adecuada, no toques ni frotes tus ojos ni pases mucho tiempo ante la pantalla de la computadora o del videojuego. No expongas tu piel a los rayos solares y utiliza bloqueador. Evita consumir alimentos con temperaturas elevadas y frutos de plantas que desconozcas.



**Figura 1.17.** Las hipótesis son respuestas provisionales que formulamos ante un problema científico, con base en la información que tenemos de él. El experimento nos sirve para verificarlas o confirmar que eran erróneas.

## Conéctate

Revisa esta página electrónica y responde (Fecha de consulta: 17 de octubre de 2016):

- [concurso.cnice.mec.es/cnice2005/93\\_iniciacion\\_interactiva\\_materia/curso/materiales/estados/cambios.htm](http://concurso.cnice.mec.es/cnice2005/93_iniciacion_interactiva_materia/curso/materiales/estados/cambios.htm)
- ¿Puede un material cambiar de estado de agregación sin aumentar o disminuir su temperatura? Describe cómo es posible esto.
- ¿Qué condiciones físicas del medio influyen en los estados de agregación?

Los gases, como el aire, no tienen forma propia ni volumen definido y ocupan todo el espacio disponible, lo que se conoce como expansión. Esto se debe a que sus partículas están muy separadas entre sí y se mueven a grandes velocidades. Como existe un gran espacio entre sus partículas, los gases pueden comprimirse, al disminuir su temperatura o aumentar la presión sobre ellos.

Debido a su naturaleza, en nuestra vida cotidiana manipulamos más materiales líquidos y sólidos que gaseosos. Ejemplos de gases que utilizamos mucho son el oxígeno, que forma parte del aire, así como el gas doméstico y el gas natural que son fuente de energía, pero son tóxicos si los inhalamos.

## Con ciencia

**Propósito:** Identificar la relación entre el estado de agregación y las condiciones físicas del medio.

### Materiales:

- 1/2 taza de fécula de maíz, como la que se utiliza para preparar atole
- 1/4 de taza de agua tibia
- 1 cuchara
- 1 recipiente de plástico de 1/2 litro
- 1 matraz Erlenmeyer de 500 ml o un recipiente de vidrio Pyrex
- 1 parrilla eléctrica
- 1 cronómetro
- Servilletas de papel
- 3 hojas de papel periódico
- Pinzas de sujeción o un guante para sujetar cosas calientes

### Procedimiento:

- Cubre con el periódico el área sobre la que trabajarás con tu equipo.
- Anota en tu cuaderno las características de la fécula de maíz y del agua tibia.
- Coloca la fécula de maíz en el recipiente de plástico, añade el agua poco a poco y revuelve lentamente con la cuchara hasta formar una mezcla similar a un atole espeso.
- Anota las características de la mezcla.
- Elabora con tu equipo hipótesis sobre estas preguntas y escribelas en tu cuaderno.
  - ¿Cómo clasificarías la mezcla según su estado de agregación? ¿Por qué?
  - ¿Qué ocurrirá al introducir uno de sus dedos de manera lenta y rápida en la mezcla?
  - ¿Se podrá formar una bola con la mezcla?
- Trabaja con la mezcla para poner a prueba tus hipótesis (fig. 1.17).
- Una vez realizado lo anterior, vierte la mezcla en el matraz y colócalo sobre la parrilla.
- Enciende la parrilla y observa durante cinco minutos si hay cambios en el estado de agregación de la mezcla.

© SANTILLANA

- Apaga la parrilla y espera dos minutos a que se enfríe un poco. Transcurrido este tiempo retíralo colocando las pinzas de sujeción sobre el cuello del matraz.
- Para finalizar, vierte la mezcla en la tarja; no hay problema de contaminación ya que no es tóxica para el ambiente. Lava los materiales y limpia el área de trabajo.

### Conclusiones:

Con base en tus observaciones, responde en tu cuaderno.

- ¿En qué condiciones la mezcla se comporta como un líquido y como un sólido?
- ¿Qué tendrías que hacer para convertir la sustancia en gas?
- ¿Las características de la mezcla coinciden con tus predicciones? Explícalo.
- Según las características de la mezcla de agua y fécula de maíz, ¿en qué estado de agregación la clasificarían? Explica la razón de tu elección.

Compara tus resultados con los demás equipos y comenta en el grupo con la guía de tu profesor:

- ¿Influyen las características del medio en la manera en que percibimos las características de los objetos y materiales? Explica en tu cuaderno tus respuestas.

En la actividad anterior pudiste advertir que algunos líquidos presentan comportamientos extraños, como la mezcla de fécula de maíz y agua con que trabajaste. Se trata de líquidos conocidos como **no newtonianos**, dado que algunas de sus propiedades se modifican en ciertas condiciones, por ejemplo, la rapidez de agitación y la presión que se ejerce sobre ellos.

También pudiste observar que al calentar la mezcla de fécula de maíz con agua, uno de sus componentes se evapora, lo cual implica que existe al menos una característica del medio que afecta el estado de agregación de este material: la temperatura.

No obstante, la presión también influye y esto puede apreciarse al calentar agua en diferentes altitudes. Por ejemplo, el agua hierve a nivel del mar a 100 °C, pero en la Ciudad de México lo hace a 92.5 °C y, en la cima del monte Everest, a 82 °C. Estas diferencias, como viste en el curso de Ciencias 2, se deben a la presión atmosférica: a mayor altitud, menor presión atmosférica, lo que causa una disminución en la temperatura de ebullición de los líquidos.

## Practica lo aprendido

Nuestros sentidos son muy útiles para percibir las propiedades cualitativas de los materiales, aunque en ciertos casos son limitados. Las propiedades cualitativas nos ayudan a describir los materiales y, en algunos casos, a caracterizarlos; la única desventaja es que no las podemos medir o contar.

Con la guía de tu profesor, revisa tus respuestas a las preguntas iniciales y realiza los ajustes necesarios después de haber estudiado las propiedades cualitativas. Elabora en equipo una escultura o un artefacto con al menos tres diferentes materiales de reuso. Explica las razones de tu elección de los materiales con base en sus propiedades cualitativas.

Expón tu escultura o artefacto ante el resto del grupo y escucha con respeto los comentarios y las observaciones. Reflexiona con el grupo cómo este tipo de productos pueden contribuir a disminuir la contaminación ambiental. Escribe las conclusiones en tu cuaderno. Pide al profesor que evalúe la actividad.

© SANTILLANA

## Para saber más

El proceso de reciclado del tereftalato de polietileno (PET) requiere menos energía que la de su producción original a partir del petróleo. Las fuentes principales de PET reciclado son las botellas de plástico y desperdicios textiles.

Los desperdicios se comprimen hasta separar los sólidos y los líquidos. Luego se secan y enfrían, casi siempre con nitrógeno. Algunos uniformes deportivos y suelas de tenis están fabricados con textiles de PET (fig. 1.18).



**Figura 1.18.** Se ha logrado reciclar el PET de las botellas para producir telas y nuevos plásticos.

## Cierre

## 2.2 Extensivas

### Inicio

#### Aprendizajes esperados

##### El alumno:

- 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.



Figura 1.19. Los balones deben cubrir ciertas especificaciones para ser aprobados como balones oficiales de competencia.

### Los balones oficiales

Antes de empezar un partido oficial de baloncesto, los jueces verifican que el balón cumpla con algunas propiedades: deben estar fabricados de cuero genuino, aunque ya se acepta el sintético, siempre y cuando no ocasione ningún tipo de alergia a los jugadores [fig. 1.19].

Otra prueba que se hace es soltarlos desde una altura de 1.80 m. Si el balón llega a 1.30 m de altura al rebote, la presión que ejerce el volumen de aire en su interior es la adecuada.

Asimismo, existen dos dimensiones muy importantes que deben verificarse: que el diámetro sea de 72-73 cm y la masa de 510-567 g para las competencias de mujeres; en el caso de los varones, debe medir 75-78 cm y tener una masa de 567-650 g.

- ¿Qué efecto podría tener en los jugadores disminuir la masa y el volumen del balón?
- ¿La masa y el volumen son propiedades exclusivas de ciertos objetos?
- ¿Qué tipo de propiedades son las dimensiones y la masa de los objetos?

### Desarrollo

#### Propiedades cuantificables

Medir una característica es importante, pero no relevante para las propiedades cualitativas que estudiaste en el subcontenido anterior, pues tales propiedades están basadas en características como la forma, el color, el estado de agregación o el olor. Las propiedades cualitativas nos dan una primera idea de la conformación de cada objeto.

Apreciamos el color o el estado de agregación de una sustancia, pero no tiene sentido medirlo o resulta muy difícil hacerlo debido a que nuestros sentidos son limitados al percibirlos en diferentes circunstancias: si estamos en la oscuridad, no distinguimos el color o, si estamos resfriados, no percibimos el olor.

Debido a lo anterior, las personas dedicadas a la ciencia y la tecnología han desarrollado diversos instrumentos de medición y han establecido formas cada vez más rigurosas para estudiar y medir las características de los materiales.

En la actualidad existen numerosos instrumentos que permiten comparar la característica de un material contra una medida estándar o patrón universal; en otras palabras, se pueden medir.

### Con ciencia

**Propósito:** Identificar propiedades de la materia que pueden medirse.

#### Materiales:

- 1 barra de plastilina
- 1 plumón indeleble
- 1 balanza
- 1 vaso de precipitados con 50 ml de agua
- 1 regla de 30 cm
- 1 servilleta

#### Procedimiento:

- Para registrar los datos elabora en tu cuaderno un cuadro de doble entrada en el que anotes la masa en gramos y el volumen en mililitros de cada una de las formas que va adquiriendo la plastilina. Esto te facilitará identificar las propiedades y analizar los resultados.
- Toma un pedazo de plastilina y elabora una esfera.
- Mide la masa de la esfera en la balanza y registra el dato en tu cuaderno.
- Agrega agua en el vaso hasta la mitad. Introduce la esfera y registra la diferencia de volumen en el agua.
- Toma la esfera y sécala con la servilleta. Luego, elabora un cubo con esa plastilina. Emplea la regla para asegurarte de que su longitud, largo y ancho miden lo mismo.
- Responde y elabora un par de hipótesis. Luego, escríbelas en tu cuaderno: a) ¿Cuál será la masa del cubo? b) ¿Será diferente el volumen del cubo al introducirlo en el agua?
- Mide la masa del cubo y regístrala.
- Introduce el cubo en el vaso con agua y registra el volumen desplazado.
- Saca el cubo y sécalo.
- Divide el cubo en dos partes desiguales.
- Mide la masa de cada pedazo y regístrala (fig. 1.20).
- Introduce el primer pedazo en el agua y registra el volumen desplazado.
- Elaborar una hipótesis sobre esta pregunta y verificala experimentalmente: ¿Cuál debe ser la masa del segundo pedazo de plastilina para obtener el mismo volumen del cubo o de la esfera completo?

#### Conclusiones:

Responde.

- ¿El volumen de la esfera y del cubo fueron iguales o diferentes? ¿Por qué?
- ¿Dependen la masa y el volumen de la plastilina de la forma del objeto? Explica.
- Compara tu hipótesis con tus resultados. ¿Fue correcta?
- Con la ayuda del profesor, comparte tus respuestas con el grupo y compara resultados.



Figura 1.20. Dos formas diferentes de materia pueden tener la misma masa, que es una propiedad de los cuerpos.

### ¿Qué son las propiedades extensivas?

A diferencia de las propiedades cualitativas, que dependen de la percepción de las personas, existen las que pueden medirse y se llaman **cuantitativas**. Tal es el caso de las **propiedades extensivas**, denominadas así porque se vinculan con la extensión o el espacio que ocupa un cuerpo y con la cantidad de materia que posee. Por ejemplo, si pones un vaso vacío sobre una balanza tendrá una cantidad de masa particular, pero, si le agregas un poco de agua, el sistema formado por el vaso y el agua tendrá una masa mayor que la del vaso solo, lo cual implica que hay una masa particular del volumen de agua que se agregó.

### Conéctate

Conocerás más a fondo una propiedad con la ayuda del video "La masa" en "El mundo de la química", vol. 6, en *El video en el aula. Acervo y usos didácticos de la videoteca escolar. Educación secundaria*. SEP, México, 1996.



**Figura 1.21.** La balanza hidrostática basa su funcionamiento en el principio de Arquímedes.

La masa también es una medida de la inercia de un cuerpo; esto explica por qué la fuerza que se requiere para modificar su estado de reposo o de movimiento depende de la masa. En el Sistema Internacional de Unidades (SI) la masa se mide en kilogramos (kg), pero sus múltiplos y submúltiplos resultan convenientes para cantidades muy grandes o muy pequeñas.

La masa se mide con balanzas hidrostáticas (fig. 1.21), granatarias o analíticas. La de uso más común en los laboratorios escolares es la balanza granataria, que consta de un plato unido a tres brazos con graduación sobre los que se desplazan pesas de diferentes magnitudes hasta equilibrar la masa colocada en el plato.

### Conéctate

En Internet busca [www.gob.mx/cenam/videos/patron-nacional-de-masa](http://www.gob.mx/cenam/videos/patron-nacional-de-masa) [Fecha de consulta: 24 de enero de 2017] y localiza la liga que te lleva al video del patrón nacional de masa. Observa el video y contesta:

- ¿De qué materiales está fabricado el patrón de masa que se encuentra en México y cuáles son sus dimensiones?
- ¿Por qué piensas que se denomina "Patrón 21"?
- ¿Qué otras magnitudes toma como referencia la masa para calibrar su exactitud?

### Glosario

#### error de paralaje.

Es un error de medición que ocurre debido a la posición de quien realiza la medición respecto de la escala.



**Figura 1.22.** El menisco puede ser cóncavo o convexo.

La **masa** es una propiedad extensiva, pues al modificar la cantidad de materia de un objeto o de una sustancia varía su masa. El **volumen** es una medida del espacio que ocupa un cuerpo, se trata también de una propiedad extensiva, pues para una misma sustancia, al modificar su masa cambia su volumen.

La manera más apropiada de medir el volumen depende de la forma del objeto. El volumen de cuerpos sólidos regulares se puede calcular a partir de dimensiones medibles y después utilizar fórmulas matemáticas. Por ejemplo, las tres dimensiones de un dado o un cubo de plastilina, que es un cuerpo regular, se pueden medir con una regla y luego multiplicarse para obtener el volumen. Otra forma es plasmar la figura en yeso para hacer un molde: se llena el molde de agua y luego se vierte esta en un recipiente graduado para determinar su valor.

En el SI la unidad para medir el volumen es el metro cúbico (m<sup>3</sup>), pero también se utilizan múltiplos y submúltiplos. Sin embargo, en la vida cotidiana es más común medir y expresar el volumen de líquidos en litros (l), una medida de capacidad, así como sus submúltiplos: el decilitro (dl) y el mililitro (ml). En los laboratorios, la manera más adecuada de medir los líquidos es con recipientes volumétricos como probetas, pipetas volumétricas, matraces aforados y buretas. En general, están elaborados con vidrio y traen grabada una escala en mililitros o centímetros cúbicos. Ambas unidades corresponden a una milésima parte de un litro.

El agua y la mayoría de los líquidos forman un menisco, es decir, una curvatura en la superficie cerca de las paredes del recipiente que los contiene (fig. 1.22). Para determinar el volumen, los ojos de quien mide deben ubicarse a la altura de la parte más baja del menisco; ese es el volumen exacto. Con estos evita cometer lo que se conoce como **error de paralaje**.

Independientemente de su estado de agregación y de todas las propiedades cualitativas que hemos visto, todos los cuerpos tienen masa y volumen, que son propiedades extensivas cuantificables comunes a toda la materia. Por esta razón, tales características se consideran **propiedades generales** de la materia.

### Con ciencia

**Propósito:** Realizar mediciones de propiedades extensivas de la materia.

#### Material:

- 1 balón de baloncesto
- 1 cinta métrica o regla de 30 cm
- 1 balanza o báscula de casa
- 1 cordón
- 1 cuaderno

#### Procedimiento:

- Reúnete con tu equipo.
- Describe en tu cuaderno algunas características del balón: forma, material de fabricación, color y textura.
- Coloca el balón sobre la balanza y mide su masa (fig. 1.23).
- Mide el perímetro del balón (diámetro) con la cinta métrica. Si no cuentas con una, recubre con cinta adhesiva el contorno y luego mide esta longitud con la regla.
- Divide el diámetro entre dos para obtener el radio de la esfera.
- Obtén el volumen con la fórmula:  $V = \frac{4\pi r^3}{3}$ .
- Verifica si la altura del rebote del balón cumple con las especificaciones dadas al inicio de este subcontenido. Para ello, colócate cerca de una pared y deja caer el balón. Mide la altura con la cinta métrica o coloca un pedazo de cinta adhesiva a la altura que llegó para luego medir la altura con la regla.
- Registra todas las mediciones y descripciones del balón en tu cuaderno.
- Elabora un cuadro en el que clasifiques en extensivas y cualitativas estas propiedades del balón: masa, perímetro, color, diámetro, textura, forma y altura del bote.

#### Conclusiones:

- Responde:
  - ¿Qué propiedades requirieron instrumentos de medición y cuáles utilizaste?
  - ¿Cuál de las propiedades extensivas no se midió directamente en este experimento? ¿De qué otra manera se pudo haber medido?
  - Señala dos situaciones de la vida cotidiana en las que la falta de instrumentos de medición sería un problema.
- Con la ayuda de tu maestro, comparte tus resultados con el resto de los equipos y llega a una conclusión que anotes en tu cuaderno.



**Figura 1.23.** ¿Qué otros instrumentos conoces para medir la masa y las dimensiones de un objeto?

#### Para saber más

¿Recuerdas la diferencia entre peso y masa? El peso es la fuerza que ejerce la gravedad sobre un objeto y la masa es la cantidad de materia que contiene un objeto. Entonces, por ejemplo, en la Luna tendrías diferente peso que en la Tierra, pero la masa sería siempre la misma.

### Practica lo aprendido

Con tu equipo elabora un cartel empleando recortes de revistas, dibujos, relieves de plastilina o de cualquier material que consigas. El cartel debe incluir esta información:

- Las propiedades extensivas de la materia.
- Cada una de las respuestas a las preguntas planteadas al inicio del contenido.
- ¿Cómo se aplican estas propiedades en tres actividades humanas, por ejemplo, en el deporte, en la industria de la construcción y en la medicina?
- ¿Con qué instrumento pueden medirse?

Presenta tu cartel, escucha a tus compañeros y pide al profesor que te evalúe.

### Cierre

## 2.3 Intensivas

### Inicio

#### Aprendizajes esperados

##### El alumno:

- 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.



**Figura 1.24.** En un laboratorio de química es importante que las sustancias se encuentren clasificadas y etiquetadas correctamente.

### El trabajo de Susana

La persona encargada de un laboratorio tiene que visitar a un familiar enfermo y pidió a Susana que la sustituyera. El trabajo inicial de Susana consiste en realizar un inventario de las sustancias que se encuentran en los anaqueles (fig. 1.24). Cuando Susana comenzó su labor encontró que en uno de los estantes hay dos frascos muy parecidos cuyas etiquetas no tienen el nombre de las sustancias que contienen.

Como ella sabe que por seguridad está prohibido oler sustancias desconocidas, pues podrían resultar tóxicas, mira los frascos a contraluz. Entonces se da cuenta de que ambos líquidos son transparentes, pero sospecha que las sustancias son diferentes entre sí porque tienen algunas características que las distinguen:

- Una fluye con mayor lentitud por las paredes del frasco que la otra.
  - Al medir su masa, se percató de que una tiene mucho mayor masa que la otra.
  - En una etiqueta se alcanza a ver que el punto de ebullición del líquido es 290 °C.
  - En el otro frasco se logra leer que la densidad de la sustancia es ligeramente menor que la del agua.
- 
- ¿Qué propiedades pueden ayudar a Susana a identificar las sustancias de los frascos?
  - ¿Cómo se podrían medir estas propiedades?
  - Con base en lo anterior, ¿será posible decir cuáles son estas sustancias y etiquetar los frascos?

### Desarrollo

#### Otras propiedades de los materiales

Además de las propiedades extensivas, existen otras medibles o cuantitativas que abordaremos en esta sección y que son necesarias para resolver la situación planteada. Se trata de las propiedades **intensivas**, las cuales son independientes de la masa y el volumen.

Como revisaste en tu curso de Ciencias 2, la **densidad** es una propiedad de la materia que expresa la relación entre la masa de un cuerpo y el volumen que ocupa. La densidad ( $\rho$ ) se calcula dividiendo la masa entre el volumen, y su unidad en el SI es el  $\text{kg/m}^3$ . Sin embargo, esta unidad es poco utilizada en la vida cotidiana. Por lo regular se emplean submúltiplos como  $\text{g/cm}^3$  para los cuerpos sólidos y  $\text{g/ml}$  para los fluidos.

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Para una determinada sustancia, y en el mismo estado de agregación, su densidad es la misma a un valor de temperatura dado sin importar su masa ni su volumen. Sin embargo, si se modifica la temperatura, varía el valor de la densidad de la sustancia (cuadro 1.2).

Cuadro 1.2. Valores de la densidad de diferentes sustancias

Sustancia	Densidad ( $\frac{\text{g}}{\text{ml}}$ )
Agua líquida (4 °C)	1.000
Hielo (0 °C)	0.917
Aluminio (25 °C)	2.70
Azúcar (sacarosa, 25 °C)	1.59

Existen otras propiedades intensivas igual de importantes para reconocer la diversidad de los materiales. Por ejemplo, en el nivel del mar, la miel tiene una temperatura de ebullición de 310 °C sin importar si se calientan 50 ml o 10 ml. En cambio el agua hierve a 100 °C en el nivel del mar, se trate de un litro o de cien. Esto indica que, sin importar la cantidad de muestra, cada sustancia tiene una **temperatura de ebullición** particular, que es el valor de la temperatura a la que cada sustancia cambia de líquido a gas. Solo se requiere realizar la medición en las mismas circunstancias ambientales, como la presión atmosférica y la altitud.

Una situación similar se presenta con la **temperatura de fusión**, que es el valor específico de temperatura que tiene cada sustancia para fundirse, es decir, para cambiar de sólido a líquido. Al igual que la ebullición, la temperatura de fusión es la misma sin importar la cantidad de materia de la muestra.

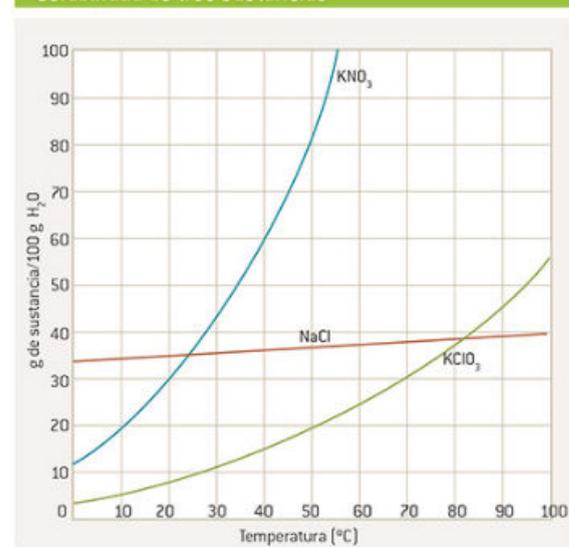
Un dato interesante es que durante los cambios o transformaciones de fase, los valores de la temperatura de fusión y de ebullición se mantienen constantes, pues la energía proporcionada con el calentamiento se utiliza para incrementar la energía cinética de las partículas lo cual permite que se separen y se lleve a cabo el cambio de fase.

Otra característica de las sustancias es su capacidad para mezclarse o disolverse en otra, por lo general en agua. Es la propiedad intensiva llamada **solubilidad**. Por ejemplo, el alcohol y el agua se pueden mezclar en cualquier proporción, mientras que el aceite y el agua no se mezclan, por ello se dice que son insolubles o inmiscibles. Hay sustancias que se disuelven en agua, como la sal y el azúcar, pero existe un límite de la cantidad que se puede disolver.

La solubilidad puede expresarse como los gramos de soluto que pueden disolverse en 100 g de agua líquida (fig. 1.25), por ejemplo, la solubilidad de la sal común o cloruro de sodio (NaCl) en 100 g de agua es de 36 gramos.

Dado que la solubilidad no solo se refiere al hecho de que una sustancia se disuelva en otra, sino también a la cantidad de soluto y de disolvente que se requiere para que esto ocurra, las disoluciones se clasifican en:

Solubilidad de tres sustancias



**Figura 1.25.** En la mayoría de los casos, la solubilidad de las sustancias sólidas aumenta al incrementarse la temperatura.

- **Insaturadas.** La cantidad de soluto es menor a su valor de solubilidad. Por ejemplo, una disolución de cloruro de sodio con menos de 36 g de NaCl por cada 100 g de agua.
- **Saturadas.** Contienen la cantidad máxima de soluto que se puede disolver en 100 g de agua. Este es el caso de una disolución que contenga 36 g de cloruro de sodio (NaCl) o sal común por cada 100 g de agua. Si se añade más sal, ya no puede disolverse.

Algunos líquidos como la miel o la glicerina escurren con mayor dificultad que el agua o el alcohol, es decir, fluyen con mayor lentitud. Esta diferencia se debe a una característica de los fluidos en movimiento denominada **viscosidad**, que mide la resistencia de un fluido a moverse. Existen instrumentos para medirla, pero una forma sencilla de apreciarla es medir el tiempo que tarda en escurrir una cantidad determinada del fluido a lo largo de una distancia, es decir, calculando su velocidad. Esto podría ayudarte a descubrir cuál de las sustancias transparentes del laboratorio podría ser glicerina o agua, sin necesidad de olerlas o probarlas.

## Con ciencia



**Figura 1.26.** Este dispositivo es un densímetro rudimentario y basa su funcionamiento en el principio de Arquímedes.

**Propósito:** Medir propiedades intensivas de la materia.

### Materiales:

- |  |   |
|--|---|
| • 5 vasos de plástico del mismo tamaño y capacidad | • 1 cronómetro                                    |
| • 1 pedazo de papel absorbente                     | • 1 balón pequeño                                 |
| • 1 plumón indeleble                               | • Plastilina                                      |
| • Cinta adhesiva                                   | • 30 ml de glicerina                              |
| • 1 balanza  | • 30 ml de miel                                   |
| • 1 probeta graduada de 100 ml                     | • 30 ml de agua                                   |
| • 1 popote   | • 30 ml de alcohol etílico                        |
| • 1 regla de 30 cm                                 | • 30 ml de agua con una cucharada de sal disuelta |

### Procedimiento:

- Con la cinta adhesiva y el plumón indeleble, etiqueta cada vaso con el nombre de las cinco sustancias que utilizarás y colócalos sobre papel absorbente.
- Determina la masa de cada vaso en la balanza y registra el dato en tu cuaderno.
- Considera las reglas de seguridad para el uso de sustancias químicas peligrosas.
- Mide con la probeta, 30 ml de cada líquido y viértelos en el vaso que corresponde. Registra en tu cuaderno el color de cada uno.
- Antes de medir con la balanza la masa de cada sustancia, formula una hipótesis; para ello, responde: ¿será la misma masa para todas las sustancias?, ¿por qué?
- Marca sobre el popote una escala en centímetros, utiliza la regla y el plumón indeleble.
- Tapa con plastilina un extremo del popote.
- Antes de dejar caer el balón en cada vaso, predice con tu equipo si el tiempo de su caída será el mismo en todos los vasos y por qué.
- Coloca verticalmente el popote con plastilina en la primera sustancia (fig. 1.26). Registra en tu cuaderno el valor de la escala del popote que coincide con la superficie del líquido.
- Repite el procedimiento con las otras sustancias.
- Uno de ustedes sostenga el balón desde una altura de 30 cm por encima de uno de los vasos. Otro detenga el vaso para que no se mueva. El tercer compañero medirá el tiempo que tarda en caer el balón desde esa altura hasta el fondo de cada vaso (fig. 1.27).
- Repite el procedimiento de caída del balón para el resto de las sustancias.



**Figura 1.27.** La medición de los tiempos de caída debe ser lo más exacta posible para poder compararlos entre sí.

© SANTILLANA

- Registra los datos recopilados en un cuadro de doble entrada en el que se muestren las propiedades de cada sustancia para hacer las etiquetas: color, volumen (ml), masa (g), nivel de flotación (cm) y tiempo de caída del balón (s).
- Calcula la densidad de las sustancias y regístrala en el cuadro.

### Conclusiones:

- Elabora en tu cuaderno otro cuadro en el que ordenes las sustancias según estos criterios:
  - De mayor a menor masa
  - De mayor a menor tiempo de caída del balón
  - De mayor a menor flotación del dispositivo (popote con plastilina)
  - De mayor a menor densidad
- Responde:
  - ¿Cómo explicas los valores obtenidos con el dispositivo elaborado con el popote y la plastilina?
  - ¿Qué propiedad permite explicar el tiempo de caída del balón hacia el fondo del recipiente?
  - ¿Qué propiedades cambiaron entre el agua dulce y el agua salada? ¿Cómo lo explicas?
  - Clasifica las propiedades que identificaste como intensivas o extensivas.
- Contrasta tus hipótesis iniciales con los resultados obtenidos en el experimento. Si existen diferencias, explica a qué se debieron.
- Con la orientación de tu profesor, reflexiona con tu grupo sobre cuáles propiedades que identificaste pueden contribuir a la identificación de las sustancias.
- Comenta sobre la importancia que tiene usar los instrumentos de medición.

Es importante tomar en cuenta que para identificar las propiedades intensivas es indispensable el uso de instrumentos de medición, ya que nuestros sentidos están limitados para determinar, por ejemplo, la temperatura de ebullición o la viscosidad de una sustancia.

## Practica lo aprendido

Con la supervisión de tu profesor, elabora en equipo etiquetas informativas con la descripción de las sustancias que empleaste en la actividad experimental, suponiendo que fueran las del anaquel que Susana debía clasificar. Identifica las propiedades intensivas y extensivas de cada producto y clasifícalas de acuerdo con ellas. Presenta tus fichas al grupo.

Reflexiona con el grupo en torno a lo siguiente:

- ¿Cuáles son y cómo se miden las propiedades intensivas y extensivas para caracterizar e identificar sustancias?
- ¿Cómo podemos ampliar nuestros sentidos con el uso de instrumentos de medición?
- ¿Cuál es la importancia de los instrumentos de medición y observación para ampliar la percepción de nuestros sentidos?

© SANTILLANA

## Conéctate

El siguiente enlace te ayudará a descubrir algunas de las propiedades de la materia.  
[concurso.cnice.mec.es/cnice2005/93\\_iniciacion\\_interactiva\\_materia/curso/materiales/propiedades/masa.htm](http://concurso.cnice.mec.es/cnice2005/93_iniciacion_interactiva_materia/curso/materiales/propiedades/masa.htm)  
 [Fecha de consulta: 17 de octubre de 2016].

## Cierre

# Experimentación con mezclas

## 3.1 Homogéneas y heterogéneas

### Inicio

#### Aprendizajes esperados

##### El alumno:

- 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.



**Figura 1.28.** La sangre es una mezcla cuyos componentes deben tener ciertos niveles de concentración para que una persona se considere sana.

### Lo que hay en la sangre

Como Laura tiene familiares con diabetes, el doctor indicó que se hiciera análisis de sangre para conocer sus niveles de glucosa. Laura le preguntó qué hay en su sangre que es tan importante. El doctor explicó que la sangre está formada por dos partes principales: un líquido amarillento llamado plasma sanguíneo (fig. 1.28), constituido por agua en 90%, además de otras sustancias como proteínas, hormonas, grasas, azúcares, hormonas, metales y vitaminas; el otro componente son células como los glóbulos rojos, también llamados eritrocitos, los glóbulos blancos o leucocitos y las plaquetas.

- ¿Por qué los componentes de la sangre no se distinguen a simple vista?
- ¿Cuál es la proporción de los componentes en la sangre que son diferentes del agua?
- ¿Qué utilidad tiene conocer los componentes de la sangre y de otras mezclas?

### Desarrollo



**Figura 1.29.** Esta rica ensalada es una mezcla heterogénea.

### Mezclas por todas partes

La mayoría de los materiales que se encuentran en la Naturaleza están formados por la combinación de dos o más sustancias que mantienen sus propiedades originales, sea cual sea su estado de agregación. A estos materiales se les conoce como **mezclas**, y se les considera una combinación física de dos o más sustancias.

Por ejemplo, el agua de mar tiene disueltas diversas sales como el cloruro de sodio o sal común; el aire está formado por la combinación de distintos gases principalmente nitrógeno, oxígeno, vapor de agua y dióxido de carbono, y el suelo está constituido por una gran cantidad de minerales. Las mezclas también están presentes en nuestros alimentos, como cuando preparamos una ensalada (fig. 1.29), un agua de frutas, un té o un guisado.

La clasificación es una destreza científica empleada con frecuencia para organizar conocimientos cuando se encuentran ciertas regularidades en los materiales o en los procesos de interés para la química. Es así como las mezclas se clasifican en dos grandes grupos según su apariencia: heterogéneas y homogéneas.

Cuando los componentes de la mezcla se distinguen claramente a simple vista, se dice que la mezcla es **heterogénea**. Otra característica de estas es que sus componentes no se distribuyen de manera uniforme y su proporción es diferente en distintas regiones de la muestra. Hay ocasiones en que dos sustancias no pueden integrarse y quedan separadas; por ejemplo, el agua con aceite. Se dice que estas sustancias son **inmiscibles** o no miscibles.

En otros casos, los componentes de las mezclas se distribuyen de manera equitativa y uniforme en toda la muestra, por lo que es muy difícil identificarlos a simple vista. Se trata de mezclas **homogéneas**. De esta manera, las sustancias que las forman se integran entre sí de modo que no podemos distinguirlas, por lo que les llamamos sustancias **miscibles**.

En tales casos, a la mezcla homogénea se le conoce como **disolución**. Al componente que está en mayor cantidad en estas se le llama **disolvente**, mientras que el o los que se encuentran en menores cantidades se denominan **solutos**.

Muchos productos de limpieza son mezclas homogéneas acuosas. Por ejemplo, algunos blanqueadores suelen contener hipoclorito de sodio (NaClO, el soluto) disuelto en agua (el disolvente). Otro ejemplo de mezcla homogénea es la sangre: en cada milímetro cúbico (mm<sup>3</sup>) de un varón adulto, presenta entre 4.2 a 6 millones de eritrocitos, de 4 000 a 10 000 leucocitos y de 150 000 a 300 000 plaquetas. Estos valores se modifican con la edad, el sexo y el estado de salud de las personas.

Existen también mezclas homogéneas en estado gaseoso y sólido. Por ejemplo, la plata que se utiliza en la elaboración de joyería es una mezcla homogénea sólida, conocida como **aleación**, formada por 92.5% de plata (Ag) y 7.5% de cobre (Cu).

El acero está constituido principalmente por hierro (Fe) y diversas proporciones de carbono (C) y níquel (Ni). Al igual que en las mezclas homogéneas líquidas, en las sólidas los átomos o moléculas del soluto se distribuyen de manera uniforme en todo el sólido, de tal forma que no se perciben sus componentes. El aire es una mezcla homogénea gaseosa en la cual el nitrógeno es el disolvente y los demás gases son los solutos.

### Para saber más

Como la sangre es una mezcla, sus componentes se pueden separar para saber si la cantidad de ellos está en los niveles adecuados y también si existen otros agentes, como virus o parásitos. Así se detectan algunas enfermedades, como la diabetes, la anemia, el sida o la malaria.

### Glosario

**aleación.** Mezcla sólida de un metal con uno o más elementos, con el fin de mejorar las propiedades del primero para un propósito específico.

### Con ciencia

- Para clasificar algunas mezclas en homogéneas y heterogéneas, recuerda con tus compañeros de equipo cuál es la apariencia de las mezclas que aparecen en la lista.
 

• Arena	• Grava con cemento
• Licuado de plátano	• Alfileres con tornillos
• Agua potable	• Mole (solo la pasta)
• Ladrillo de adobe	• Sopa de verduras
• Madera	• Agua de jamaica
• Fresas con crema y azúcar	• Crema de zanahoria
• Canasto de ropa	• Aceite con agua
- Elabora un cuadro de clasificación de estas mezclas en tu cuaderno. Justifica las razones de tu elección con una columna extra en tu cuadro.
- Identifica con otro equipo las diferencias entre la clasificación que realizaron, analiza a qué se deben y escribe una conclusión que muestre por qué con esta clasificación se puede sistematizar el conocimiento adquirido sobre las mezclas.
- Acércate a tu profesor para que te evalúe.

## Otros tipos de mezclas

Un criterio más para clasificar las mezclas es el tamaño de las partículas de sus componentes. Con base en este criterio se agrupan en disoluciones, coloides y suspensiones.

Como ya dijimos, las **disoluciones** son mezclas homogéneas formadas por un **disolvente**, que es el componente que se encuentra en mayor proporción, y por uno o más **solutos**, que están en menor proporción. La mezcla de agua con sal de la primera actividad es un ejemplo de disolución. Las partículas del soluto o solutos son de tamaño menor a un nanómetro ( $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$  o la milmillonésima parte de un metro).



**Figura 1.30.** En los merengues, la fase dispersora es la clara de huevo y la fase dispersa es el aire.

Los componentes de las disoluciones no se pueden separar por filtración y sus partículas no sedimentan, es decir, no se separan por acción de la gravedad.

Los **coloides** también son mezclas homogéneas formadas por una fase dispersora, que equivale al disolvente en las disoluciones, y una fase dispersa. Las partículas de sus componentes tienen un tamaño entre diez y diez mil nanómetros.

La mayonesa, por ejemplo, es una mezcla homogénea cuyos ingredientes o componentes básicos son el aceite de oliva y el huevo, pero se requiere de un ingrediente adicional (puede ser el limón o el vinagre) que impide que los componentes básicos se separen.

Otros ejemplos de coloides son las gelatinas, la espuma de afeitar, las nubes, los malvaviscos, las gomitas dulces, el queso y los merengues (fig. 1.30).

Las **suspensiones** son mezclas heterogéneas y las partículas de sus componentes miden más de 10 000 nm. Las partículas de los componentes de la fase dispersa se sedimentan por acción de la gravedad. Los productos comerciales con la leyenda "agítense antes de usarse", como los néctares de fruta y algunos medicamentos, son ejemplos de suspensiones.

En la sangre, la fase dispersora es el agua y algunas sustancias se encuentran en disolución, como la sal y la urea. Las células sanguíneas, como los eritrocitos, los leucocitos y las plaquetas, están suspendidas en el agua.

A simple vista la sangre es homogénea, pero bajo el microscopio se pueden observar las células sanguíneas que se encuentran en suspensión.

### Las mezclas y su concentración

Una característica de las mezclas es que se puede variar la proporción de sus componentes. Por ejemplo, al prepararte un licuado puedes variar la cantidad de leche, azúcar y fruta. Desde luego que al hacerlo se modifican algunas de las propiedades del licuado como su sabor y su consistencia, sobre todo si añades más fruta.

Cuando se trata de mezclas de productos comerciales, como los de limpieza o los medicamentos, es muy importante que la proporción de sus componentes sea siempre la misma para garantizar que tengan las mismas propiedades y cumplan con su función.

En el lenguaje de la química, la proporción de los componentes en una mezcla se conoce como concentración y existen varias formas para expresarla. Por ejemplo, porcentaje en masa y porcentaje en volumen.

La expresión de la concentración en porcentaje en masa suele utilizarse cuando los solutos son sólidos. El disolvente puede ser sólido, líquido o gaseoso. Para calcular el porcentaje en masa (% m/m), se divide la masa del soluto entre la masa total de la disolución y el resultado se multiplica por cien. La operación matemática que se utiliza se muestra a continuación.

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

La masa total de la disolución es la suma de la masa del soluto más la del disolvente.

Si quisiéramos calcular el porcentaje en masa de una disolución que contiene 5 g de café soluble en 200 g de agua, primero se calcula la masa total de la disolución:

$$5 \text{ g de café} + 200 \text{ g de agua} = 205 \text{ g de disolución}$$

Luego se divide la masa del soluto (5 g) entre la masa de la disolución (205 g) y el resultado se multiplica por cien.

$$\% \text{ en masa} = \frac{5 \text{ g}}{205 \text{ g}} \times 100 = 2.44\%$$

Lo anterior significa que la concentración del café en la mezcla es de 2.44%, es decir, existen 2.44 g de café en cada 100 g de disolución.

Cuando el soluto es un líquido, es más conveniente expresar la concentración de la disolución como porcentaje en volumen. Para calcularlo, se divide el volumen del soluto entre el volumen de la disolución y el resultado se multiplica por cien.

La expresión matemática que representa la operación anterior se describe en seguida.

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

Por ejemplo, para calcular el porcentaje en volumen de una disolución que contiene 5 mililitros de un perfume y el volumen total de la disolución es de 200 ml (fig. 1.31) hacemos lo siguiente:

$$\% \text{ en volumen} = \frac{5 \text{ ml}}{200 \text{ ml}} \times 100 = 2.5\%$$

Cabe señalar que si queremos calcular el volumen de la disolución no se suman los volúmenes del soluto y del disolvente, ya que algunos líquidos se integran tan bien que el volumen final es menor que el de los dos líquidos por separado. Por ejemplo, el alcohol y el agua.

Para determinar el volumen de la disolución experimentalmente es necesario preparar primero la mezcla.

### Para saber más

El picor del chile, de gran gusto para la mayoría de los mexicanos, es una mezcla de tres sustancias llamadas capsaicinas: capsaicina, dihidrocapsaicina y norhidrocapsaicina. El picor aumenta a mayor concentración de capsaicinas. Cada variedad de chile tiene diferentes tipos de capsaicinas en distintas concentraciones, además de otras sustancias que le imprimen su sabor característico.



**Figura 1.31.** Los perfumes y las lociones son disoluciones acuosas en las que el soluto también es un líquido.

### Promoción de la salud

Los espermicidas son coloides que pueden presentarse en forma de geles, cremas y óvulos vaginales. Contienen sustancias que inmovilizan o matan a los espermatozoides. Debido a que por sí solos tienen poca eficacia, se deben utilizar en combinación con otros métodos anticonceptivos.

## Con ciencia

Calcula el porcentaje en masa y en volumen de las disoluciones que se muestran.

- 25 g de sal en 425 g de agua
  - 75 ml de alcohol etílico en 1 000 ml de disolución
  - 340 g de azúcar en 2 l de agua
  - 476 ml de jugo de naranja en 3.25 l de agua
- Expresa qué significa el porcentaje de soluto de cada una.
  - Compara tus respuestas con las del grupo y, con la supervisión de tu maestro, realiza las modificaciones necesarias si es el caso.

## Las propiedades de las disoluciones y su concentración

Es probable que hayas escuchado que en el mar Muerto, ubicado entre Israel y Jordania, las personas pueden flotar sin esfuerzo, a diferencia de lo que sucede en una alberca o en un océano. Esto se debe a que la concentración de sales en ese lugar es aproximadamente diez veces mayor que la de los océanos, en otras palabras, el agua del mar Muerto tiene mayor densidad y por eso los cuerpos flotan en ella.

Existen otras propiedades de las disoluciones que se modifican al variar la proporción de sus componentes, algunas solo dependen de la concentración del soluto en la mezcla y no de su naturaleza. Tal es el caso de las temperaturas de ebullición y de fusión.

Como recordarás, la temperatura de ebullición del agua es de 100 °C a nivel del mar, pero en las mismas condiciones una disolución de sal de mesa en agua tiene una temperatura de ebullición más alta. Esto se debe a que las partículas de soluto se distribuyen de manera homogénea con las del disolvente. Durante el cambio de fase de líquido a gas del agua, las partículas del soluto (en este caso las de la sal) interfieren en dicha transformación y por ello se incrementa la temperatura de ebullición.

Respecto de la temperatura de fusión, es menor para un disolvente cuando forma parte de una disolución. Por tanto, la temperatura de fusión de las disoluciones acuosas es menor a 0 °C a nivel del mar. Por esto, en algunos países de zonas muy frías, las personas añaden sal al hielo que se forma en las banquetas. Cuando la sal entra en contacto con el hielo, se disuelve y forma una disolución cuyo punto de fusión es menor que el del agua pura.

## Con ciencia

**Propósito:** Identificar la variación de la temperatura de ebullición de una mezcla al modificar su concentración.

### Materiales:

- 1 pocillo de 250 ml
- 1 balanza
- 1 mechero bunsen o 1 parrilla eléctrica
- 1 cuchara pequeña
- 1 tripié
- 200 ml de agua
- 1 rejilla metálica
- Sal de mesa (cloruro de sodio, NaCl)
- 1 termómetro

© SANTILLANA

### Procedimiento:

- Determina la masa de una cucharadita rasa de sal. Si no cuentas con una balanza que mida cantidades tan pequeñas, un día antes de realizar el experimento acude a una tienda y pide al dependiente que mida la masa en su balanza. Registra el valor en tu cuaderno.
- Elabora una hipótesis sobre lo que sucederá con la temperatura de ebullición al incrementar la concentración de la mezcla.
- Vierte el agua en el pocillo y colócalo sobre la rejilla sostenida en el tripié.
- Enciende el mechero y calienta el agua hasta su ebullición.
- Toma la temperatura con el termómetro y registra el valor en tu cuaderno. Evita que el termómetro entre en contacto con el recipiente. Apaga el mechero.
- Vierte una cucharadita de sal al agua y agita hasta que se disuelva. Toma precauciones para evitar quemarte.
- Enciende el mechero y calienta hasta que hierva la mezcla.
- Determina la temperatura de ebullición y anótala en tu cuaderno.
- Repite el procedimiento añadiendo cada vez una cucharadita más de sal hasta que esta ya no se disuelva. En cada caso, registra la temperatura de ebullición de la mezcla.
- Determina la concentración de cada mezcla en porcentaje en masa. Considera que la densidad del agua potable es de 1 g/ml.
- Registra en un cuadro en tu cuaderno la concentración de cada mezcla y su temperatura de ebullición.
- Dibuja una gráfica de concentración en porcentaje en masa de la mezcla contra la temperatura de ebullición.

### Conclusiones:

- Identifica qué sucede con la temperatura de ebullición al modificar la concentración de la mezcla.
- Contrasta tu hipótesis con los resultados del experimento.
- Comparte tus resultados con el resto del grupo.

Una aplicación de la importancia de la concentración de los componentes de una mezcla son los análisis sanguíneos, en los que se miden y comparan los valores encontrados en la sangre del paciente. Un ejemplo es la glucosa; los niveles normales para un adulto van de 70 a 110 mg/dl (miligramos por cada decilitro) de sangre.

## Practica lo aprendido

Revisa con tu equipo las respuestas del inicio del subcontenido y ajústalas si es necesario. Reúnete con tu equipo e investiga lo relacionado con las mezclas anticongelantes que se utilizan para los vehículos.

- Busca información en medios impresos e Internet y elabora con tu equipo un cartel en una hoja de rotafolios o una presentación electrónica.
- Expón tu trabajo al resto del grupo y, con la coordinación y evaluación de tu maestro, reflexiona con el grupo sobre lo siguiente:

En la preparación de nieve artesanal se adiciona sal de grano al hielo contenido en el recipiente en el cual se va a preparar el producto. ¿Cuál es el propósito de añadir sal? ¿Sucederá lo mismo si agregas otra sustancia, digamos azúcar o bicarbonato? ¿Por qué?

© SANTILLANA

## Conéctate

Para conocer más sobre lo visto en esta secuencia y realizar un pequeño experimento interactivo visita la siguiente página: [objetos.unam.mx/quimica/suelo/](http://objetos.unam.mx/quimica/suelo/) [Fecha de consulta: 17 de octubre de 2016].

## Cierre

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

### Inicio



**Figura 1.32.** En la actualidad existen jarabes para la tos que combinan principios activos químicos e ingredientes empleados en la herbolaria tradicional, como el propóleo y el eucalipto. Algunos deben agitarse antes de usarse.

### Aprendizaje esperado

El alumno:

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

*¿Alguna vez has tomado té de flores de bugambilia para aliviar la tos, o un té de flores de manzanilla para aliviar un mal estomacal? Estos remedios ancestrales se los debemos a los pueblos mesoamericanos (fig. 1.32).*

*Para hacer un té como estos, se requiere hervir agua en un pocillo, apagar el fuego cuando hierve el agua, luego agregar las flores y dejar reposar el té. Después de tomarlo con un poco de azúcar, según el gusto, uno se siente mejor.*

- ¿Qué tipo de mezcla es el té después de dejarlo reposar?
- ¿Por qué método se separan las sustancias que no curan pero que están presentes en las flores al colocarlas en el agua hirviendo?
- ¿Qué otros métodos de separación puedes emplear para servir la infusión de té sin que queden residuos de las flores?

### Desarrollo

Cuando se quieren separar los componentes de una mezcla es muy útil conocer sus propiedades, por ejemplo, el estado de agregación, la solubilidad, la temperatura de ebullición, entre otras.

Las mezclas homogéneas suelen tener partículas muy pequeñas y espacios intermoleculares muy reducidos, lo cual explica por qué son uniformes. El tamaño de las partículas de estas mezclas va desde 1 nm (en las disoluciones), hasta menos de 10 000 nm en los coloides de apariencia uniforme, como el gel para el cabello o para desinfectarse las manos. En las mezclas heterogéneas, en cambio, el tamaño de las partículas está por encima de los 10 nm y eso impide una integración de sus componentes.

Los componentes de una mezcla mantienen sus propiedades originales, es decir, que su combinación es física porque no se forman nuevas sustancias cuando entran en contacto, y la separación de sus componentes también se realiza por métodos físicos. Sin embargo, aunque preparar mezclas es fácil, separarlas no siempre es sencillo.

### Con ciencia

Con tu equipo, enlista cuatro mezclas que conozcas y hayas empleado.

- Para cada una de las mezclas que elijas, indica:
  - El tipo de mezcla.
  - Sus propiedades, al menos una.
  - El método de separación que consideras más adecuado.
- Comparte tus resultados con otro equipo y enriquece tus ejemplos.

Los criterios para separar mezclas se relacionan precisamente con sus propiedades. En el cuadro 1.3 puedes identificar una buena parte de los métodos de separación de mezclas clasificadas según su apariencia. En cada caso se presenta el nombre del método, las características de la mezcla y ejemplos de sus aplicaciones en la vida cotidiana.

Cuadro 1.3. Métodos de separación de mezclas

Mezclas homogéneas		
Nombre del método	Características de la mezcla	Aplicación
Destilación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Permite la separación de mezclas formadas por un sólido disuelto en uno, dos o más líquidos. Un proceso intermedio de este método es la evaporación.</li> <li>• Se basa en la diferencia de la temperatura de ebullición de los componentes.</li> <li>• El primero en evaporarse se hace pasar por un refrigerante y se recupera una vez condensado.</li> <li>• No puede usarse si uno de los componentes se modifica con el calor.</li> </ul>	Separación de los componentes del petróleo y fabricación de algunas bebidas alcohólicas destiladas, como el tequila.
Cristalización	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se aprovecha la variación de la solubilidad de las sustancias con la temperatura.</li> <li>• Se prepara una mezcla saturada o sobresaturada del componente, a temperatura mayor que la del ambiente, y se deja enfriar lentamente, lo que provoca la formación de cristales del componente.</li> <li>• Otra manera de producir los cristales es mediante la evaporación del disolvente.</li> </ul>	Para conseguir sólidos cristalinos con alto grado de pureza. Es uno de los procesos de obtención del azúcar.
Cromatografía en fase sólida	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los componentes se disuelven en un líquido o en un gas (fase móvil) que los "mueve" sobre una superficie sólida (fase estacionaria o soporte).</li> <li>• Cada componente se desplaza a diferente velocidad sobre el soporte y se adsorbe (adhiera) a su superficie, lo que permite su separación.</li> <li>• El soporte es un material poroso como tela, yeso, gis o papel filtro.</li> </ul>	Separación de los pigmentos de la clorofila o de los componentes de una tinta.
Extracción con disolventes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se aprovecha la diferencia de solubilidad de los componentes en distintos disolventes (como agua, alcohol, acetona, cloroformo, etcétera).</li> <li>• También se puede emplear la variación con la temperatura de la solubilidad de las sustancias en un mismo disolvente.</li> </ul>	Preparación de infusiones (té) y de café.
Centrifugación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La mezcla se hace girar a gran velocidad, lo que provoca una fuerza centrífuga.</li> <li>• La acción de la fuerza permite la separación de los componentes debido a la diferencia de peso, por lo que se ubican en diferentes capas.</li> </ul>	En análisis clínicos, para separar las células sanguíneas del plasma.

Cuadro 1.3. Métodos de separación de mezclas

Mezclas heterogéneas		
Nombre del método	Características de la mezcla	Aplicación
Decantación	<ul style="list-style-type: none"> <li>Separación de materiales inmiscibles sólido-líquido o líquido-líquido.</li> <li>En el primer caso, el sólido sedimenta (se asienta) en el fondo del recipiente; en el segundo, los líquidos se separan por diferencia de densidad.</li> <li>El recipiente se inclina para separar el líquido del sólido o para obtener primero el líquido menos denso.</li> </ul>	Separación de agua y arena o de agua y aceite.
Filtración	<ul style="list-style-type: none"> <li>Permite separar mezclas de componentes sólido-líquido o sólido-gas. Los sólidos deben ser insolubles en los fluidos.</li> <li>La mezcla se hace pasar por materiales porosos (filtros) como telas, mallas metálicas, papel, materiales plásticos o cerámicos. La elección del tamaño de poro del filtro depende del tamaño de las partículas del sólido.</li> </ul>	Filtros para evitar que el aceite del motor se ensucie con partículas sólidas. Filtros para aspiradoras.
Magnetización	<ul style="list-style-type: none"> <li>Separación de mezclas de líquido-sólido y sólido-sólido para recuperar sus componentes ferromagnéticos con ayuda de imanes o electroimanes.</li> </ul>	En las industrias, para separar metales.

## Con ciencia



Figura 1.33. La experimentación fomenta nuestras habilidades científicas.

**Propósito:** Identificar las propiedades de algunas mezclas y deducir el método de separación más adecuado (fig. 1.33).

### Materiales:

- 5 vasos transparentes de plástico
- 2 vasos de precipitados de 25 ml
- Parrilla eléctrica
- 6 clips pequeños
- 1 cuchara sopera
- 1 imán
- 6 piedras pequeñas (como de pecera)
- Trapo para secar
- 1 colador de cocina
- Agua
- Sal
- Vinagre transparente
- Aceite para bebé transparente
- Harina
- Colorante vegetal verde y rojo

### Procedimiento:

- Elabora cuatro mezclas diferentes como se indica.
  - Vierte vinagre en un vaso de plástico hasta un cuarto de su capacidad. Agrega las piedritas y agita con la cuchara. Limpia la cuchara con agua y seca con el trapo.
  - En un vaso de precipitados mezcla 10 ml de agua y una cucharada de sal. Agita la mezcla con la cuchara. Limpia la cuchara con agua y seca con el trapo.
  - En un vaso de precipitados combina dos cucharadas de harina, clips y 20 ml de agua. Agita bien la mezcla. Limpia la cuchara con agua y seca con el trapo.

© SANTILLANA

- 4. En un vaso de plástico vierte una cucharada de colorante y agrega tres cucharadas de vinagre. Revuelve bien. Limpia la cuchara con agua y seca con el trapo. Agrega tres cucharadas de aceite de bebé y revuelve de nuevo. Limpia la cuchara con agua y seca con el trapo.
- En otro vaso de plástico, revuelve tres cucharadas de agua con una cucharada del otro colorante. Cuando este se haya diluido bien, vierte el agua coloreada a la mezcla 4.
- Deduce cuál es el o los métodos de separación más adecuados para cada una de las cuatro mezclas y elabora en tu cuaderno un cuadro en el que lo anotes. Puedes recurrir al cuadro de la página anterior.
- Separa los componentes de las mezclas por estos procedimientos:
  - Mezcla 1: Coloca el colador sobre el cuarto vaso de plástico. Vierte el vinagre sobre el colador y recupera tanto el vinagre como las piedritas.
  - Mezcla 2: Recupera la sal colocando el vaso con la disolución sobre la parrilla hasta que el agua se evapore.
  - Mezcla 3: Recupera los clips empleando el imán.
  - Mezcla 4: Coloca el vaso de lado y trata de recuperar el líquido menos denso.
- Escribe y elabora dibujos en tu cuaderno de lo que observaste.

### Conclusiones:

- Responde.
  - De las mezclas que preparaste, ¿cuáles son homogéneas y cuáles heterogéneas?
  - ¿Cuáles métodos empleaste para separar sus componentes?
  - ¿Qué sucede con la temperatura de ebullición al modificar la concentración?

Contrasta tu hipótesis con los resultados del experimento. Comparte tus resultados con todo el grupo. Pide al profesor que evalúe la actividad.

Una mezcla puede separarse por varios métodos o un método puede servir para separar diferentes mezclas. En la mezcla heterogénea 1, el vinagre puede recuperarse también por decantación si no se cuenta con una coladera para la filtración. En la mezcla heterogénea 2, la evaporación y destilación son las formas más adecuadas de obtener la sal. En la mezcla 3 puede emplearse también evaporación para recuperar la harina y los clips, y luego separar por magnetismo estos dos últimos componentes. En la mezcla 4, la diferencia de densidades entre líquidos provoca que estos componentes se separen formando los colores de la bandera. El aceite es menos denso que el agua y se queda arriba; el agua es menos densa que el vinagre y por eso se queda encima de este.

En muchos procesos industriales para obtener los componentes de una mezcla se requiere de varias etapas, en las cuales se van recuperando los diferentes componentes que la forman. Como no siempre se tiene la posibilidad de elegir el método más adecuado para separar mezclas, es bueno conocer las propiedades de sus componentes para tener una segunda opción.

## Practica lo aprendido

Con tu equipo elige una mezcla y elaboren un informe como si fueran a separarla, incluyan dibujos y la razón de elección del método donde tomen en cuenta las propiedades físicas de los componentes de la mezcla. Al final comparte tu informe con el grupo, comenta si este procedimiento se utiliza en la vida diaria y pide al profesor que te evalúe.

## Conéctate

Para seguir estudiando un poco de la separación de mezclas puedes consultar la siguiente liga: [objetos.unam.mx/quimica/mezcla/o/](http://objetos.unam.mx/quimica/mezcla/o/) [Fecha de consulta: 17 de octubre de 2016].

## Para saber más

Los hierberos de nuestro país son especialistas en utilizar las plantas para aliviar algunos padecimientos y han adquirido sus conocimientos por tradición oral, herencia familiar o como aprendices de otro hierbero. En esta práctica ancestral, conocida como medicina tradicional, se clasifican las plantas según el padecimiento que pueden aliviar y se recomienda preparar infusiones para extraer los componentes activos a partir de hojas, raíces, tallos o semillas de acuerdo con el tipo de planta.

## Cierre

© SANTILLANA

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

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

### Inicio

#### Aprendizajes esperados

##### El alumno:

- 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).

*Pablo, el médico del equipo de natación de Carlos, le hizo pruebas de fuerza, elasticidad muscular y capacidad pulmonar en una alberca al aire libre, tres horas después que a los demás. Al salir de la alberca, Carlos comentó que le dolía la cabeza y sentía los ojos y la garganta irritados, de modo que el médico sospechó que sus síntomas podían estar relacionados con algún contaminante en la atmósfera.*

- ¿Por qué el contaminante resultó dañino para Carlos y no para los demás?
- ¿Puede una mezcla estar contaminada aunque no se aprecie a simple vista? ¿Por qué?
- ¿Qué sucedería si no se conociera la proporción de contaminantes en una mezcla?

### Desarrollo



**Figura 1.34.** Las explosiones del volcán Popocatepetl arrojan un gran caudal de rocas incandescentes, exhalaciones de vapor de agua, gas y una enorme cantidad de ceniza.

### La percepción de los contaminantes

En la actualidad es común escuchar acerca de la contaminación ambiental en nuestro planeta y de sus efectos en los seres vivos. Si bien la industria química ha contribuido a contaminar el ambiente, el conocimiento químico también ha permitido identificar las sustancias contaminantes y sus fuentes. Por ejemplo, se sabe que la emisión de contaminantes atmosféricos proviene de diversas actividades humanas, como el uso de combustibles fósiles en vehículos, industrias y la cocina; de fenómenos naturales como las erupciones volcánicas (fig. 1.34) y la descomposición de cadáveres.

La **contaminación** se refiere a cualquier alteración del estado natural de un medio provocada por la introducción de un agente externo que causa daño al propio medio y que no siempre es detectado a simple vista, como sucede con diversas sustancias disueltas en el agua.

En el caso de los seres vivos, el agente contaminante genera inestabilidad y alteración en sus funciones orgánicas, afectándolo a corto, mediano o largo plazo, dependiendo de diversos factores que veremos más adelante.

Por ejemplo, si bien el petróleo es un combustible fósil de origen natural, los derrames petroleros contaminan el agua, acaban con poblaciones enormes de especies marinas y costeras con el consiguiente efecto sobre la actividad económica de una región pesquera.

Los **agentes contaminantes** pueden ser diversos productos sintetizados químicamente, desechos orgánicos, partículas suspendidas, o diversas formas de energía, como la luz, el calor o el sonido. Un ejemplo de este último es la enorme cantidad de ruido proveniente de los motores de lanchas y barcos que afectan el sentido de orientación y la comunicación entre algunas ballenas, que llegan a perderse y acaban muriendo cada año en su largo trayecto de migración.

Para organizar el conocimiento sobre los problemas ambientales del aire y plantear alternativas de solución, la comunidad científica ha clasificado los contaminantes. Por ejemplo, se sabe que algunas sustancias se emiten de manera directa a la atmósfera y estas se clasifican como **contaminantes primarios**. Entre ellas se cuentan el dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), el dióxido de nitrógeno ( $\text{NO}_2$ ) y el dióxido de azufre ( $\text{SO}_2$ ).

A continuación te invitamos a reflexionar sobre cómo en algunos casos nuestros sentidos nos ayudan a identificar algunos contaminantes, pero en otros no se perciben con facilidad.

### Con ciencia

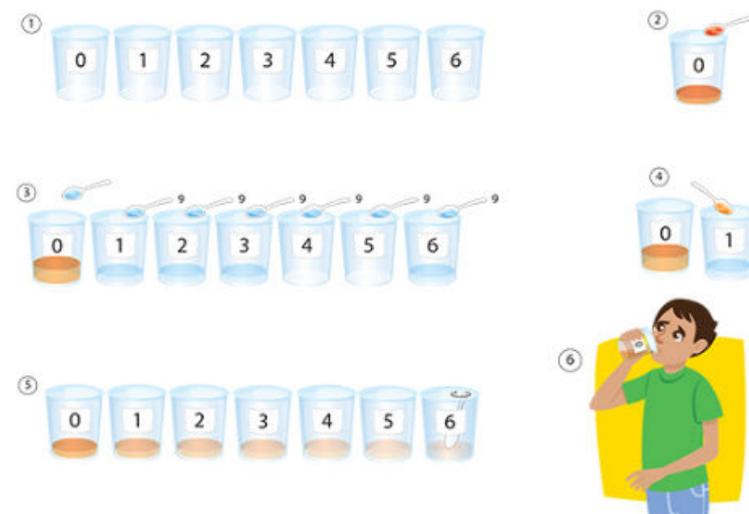
**Propósito:** Reflexionar sobre la contaminación de una mezcla aunque no se perciba a simple vista.

#### Material:

- Etiquetas o cinta adhesiva
- 7 vasos transparentes de vidrio
- Refresco de naranja o de fresa
- 1 cuchara
- 1 trapo
- Vaso con agua
- Lápices de colores

#### Procedimiento:

- Observa atentamente la figura 1.35 con el procedimiento que realizarás.
- Plantea una hipótesis con base en la figura anterior y estas preguntas.
  - ¿En cuál de los vasos dejarás de distinguir a simple vista el refresco?
  - ¿En cuál de los vasos dejarás de percibir el sabor del refresco?
- Escribe la hipótesis en tu cuaderno.



**Figura 1.35.** La imagen muestra cómo realizar las diluciones para llevar a cabo la actividad experimental.



**Figura 1.36.** En los laboratorios de análisis químico existen aparatos que ayudan a conocer la composición de las sustancias.

- Numera los vasos de 0 a 6 con las etiquetas.
- Vierte diez cucharadas de refresco en el vaso 0.
- Limpia la cuchara con el trapo y vierte nueve cucharadas de agua en los vasos restantes.
- Toma una cucharada del vaso 0 y viértela en el vaso 1. Agítalo.
- Toma una cucharada del vaso 1 y viértela en el vaso 2. Agítalo de nuevo. Repite esta operación hasta que llegues al vaso 6.
- Como los materiales utilizados no son dañinos, un integrante del equipo será el responsable de probar el contenido de los vasos y describir su sabor.
- Al finalizar, vierte los líquidos al drenaje, pues no dañan el ambiente.
- Organiza tus resultados elaborando un cuadro en tu cuaderno con la descripción de las características (color, sabor) de cada vaso.

#### Conclusiones:

- Contrasta la hipótesis que planteaste con tu equipo contra los resultados del experimento. Si hay diferencias, propón una explicación.
- Identifica la relación entre la cantidad de refresco (solute) en la mezcla y la percepción de sus propiedades.
- Indica qué vaso contiene la disolución más concentrada y cuál la más diluida.
- Si el refresco fuera un contaminante, ¿podría distinguirse a simple vista en todos los vasos? ¿Qué consecuencias podría traer esto?
- Comparte tus resultados con los demás equipos y con la coordinación del profesor propón una unidad de medida para expresar la concentración de refresco.

Es importante que sepas que, cuando se sospecha de la contaminación de una sustancia, se hacen análisis en los laboratorios para verificarlo y, si fuera el caso, conocer el contaminante (fig. 1.36).

## La concentración en partes por millón (ppm)

Cuando se divide el número de cucharadas de refresco de la actividad anterior entre el número de cucharadas totales de la disolución en cada vaso, obtenemos la concentración de soluto en la mezcla, la cual puede expresarse en **porcentaje**.

Por ejemplo, en el vaso 0 solo hay soluto, por tanto, se tiene una proporción de 1 y al multiplicar por 100, se obtiene una **solución concentrada** al 100%. En el vaso 1 hay una parte de refresco en un total de 10 partes de **disolución**, la proporción de refresco en la mezcla es uno entre diez y el cociente es 0.1, lo cual significa que está diez veces más diluida que la muestra original. Al multiplicar el cociente por 100, se obtiene una **disolución** al 10%.

El porcentaje de una disolución representa cuántas partes de soluto existen por cada cien partes de la mezcla; por ejemplo, la concentración del vaso 1 es 10%, lo cual significa que existen diez partes de refresco por cada cien partes de mezcla.

Sin embargo, en ocasiones la proporción de soluto es muy pequeña comparada con el total de la muestra y entonces su concentración se expresa como el número de partículas de una sustancia presente en un millón de partículas de la mezcla. Por ejemplo, el número de partículas de refresco presentes en la mezcla del vaso 4 de la sección "Con ciencia". Este tipo de expresión de la concentración se denomina **partes por millón** y se abrevia **ppm**.

Si la concentración se expresa en ppm, se indican las partes de soluto que existen por cada millón de partes de la mezcla. Así una concentración de 1 ppm significa que existe una parte de soluto por cada millón de partes de la mezcla. Por ejemplo, 1 ppm de azúcar en una disolución acuosa puede equivaler a 1 g de un azúcar en 1 000 000 de g de la mezcla. Si se tiene una concentración de 20 ppm de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) en el aire, esto podría representar 20 ml de CO<sub>2</sub> en 1 000 000 de ml de aire. Las cifras de un millón de gramos o de mililitros pueden expresarse con múltiplos de estas unidades y así se evitan números tan grandes. Por ejemplo, la concentración de 1 ppm de azúcar y la de 20 ppm de CO<sub>2</sub> equivalen a:

$$\frac{1 \text{ g de azúcar}}{1\,000 \text{ kg de mezcla}} = \frac{1 \text{ mg de azúcar}}{1 \text{ kg de mezcla}} ; \quad \frac{20 \text{ ml de CO}_2}{1\,000 \text{ de aire}} = \frac{20 \text{ ml de CO}_2}{1 \text{ m}^3 \text{ de aire}}$$

Por otro lado, si se conoce la concentración en porcentaje, para calcular las partes por millón se utiliza la expresión matemática siguiente:

$$\text{ppm} = \text{concentración en porcentaje} \times 10\,000$$

## Con ciencia

Retoma con tu equipo la actividad del anterior apartado "Con ciencia" y completa el cuadro en tu cuaderno para que calcules la concentración en diferentes expresiones.

Expresión de la concentración de refresco en cada vaso			
$\text{Concentración} = \frac{\text{cantidad de soluto}}{\text{cantidad de disolución}}$			
Vaso	Notación decimal	Porcentaje (%)	ppm = (%) × (10 000)
0	$1 = \frac{1}{1}$	100	$100 \times 10\,000 = 1\,000\,000$
1	$0.1 = \frac{1}{10}$	10	

- Indica en cuál vaso existe una concentración de 1 ppm.
- Explica cuál es la ventaja y la desventaja de expresar la concentración en porcentaje y en partes por millón.
- Comparte tus cálculos con otro equipo y verifica tus respuestas.
- Compara tus resultados con los del grupo y, con la coordinación de tu maestro, realiza las modificaciones que consideres pertinentes.

## Conéctate

Revisa los apartados 3.1 en la siguiente página web y comenta en tu grupo y con tu profesor las preguntas siguientes: ¿En qué consiste la medición de la calidad del aire? ¿Qué tipo de partículas se miden en el muestreo para determinar la calidad del aire de una ciudad o región? ¿Cuál es la importancia que conlleva el proceso de mejora continua de la calidad del aire en un país tan grande y poblado como México? Después de comentar las respuestas, lleguen con la ayuda de tu profesor a conclusiones generales.

[goo.gl/PyOjAE](http://goo.gl/PyOjAE) [Fecha de consulta: 24 de enero de 2017].

## Para saber más

¿Sabías que existe una rama de la medicina que se encarga de estudiar la dosificación de medicinas? Conocida como posología, se basa en conocer cuánta medicina es necesaria para combatir infecciones, tomando en cuenta que cada individuo es diferente

Parte del supuesto de que una dosis pequeña destinada a un niño tal vez no produzca efectos puntuales contra una enfermedad en un adulto. De la misma manera, altas concentraciones de un fármaco, que podrían contrarrestar una dolencia en una persona mayor, tal vez podrían intoxicar a un bebé recién nacido.

Por esto es muy importante seguir al pie de la letra las indicaciones de profesionales de la salud y las instrucciones que vienen en los medicamentos.

### Para saber más

El interés actual por la capa de ozono se debe a los estudios de los químicos Sherwood Rowland, estadounidense, Paul J. Crutzen, holandés, y el mexicano Mario Molina, quienes desarrollaron la teoría de la reducción de la capa de ozono por efecto de los clorofluorocarbonos (CFC) emitidos al ambiente.

En 1974 publicaron sus investigaciones en las que advertían de la amenaza que suponía para la capa de ozono el uso de los CFC. En 1995, los tres investigadores recibieron el Premio Nobel de Química.

## Los contaminantes del aire y su concentración

Hemos comentado que la expresión de la concentración en ppm resulta útil si la proporción de soluto es muy pequeña en relación con el total de la mezcla. Este es el caso de los contaminantes atmosféricos. Además de los contaminantes primarios existen otros que se forman en la atmósfera a partir de ellos. Se trata de los **contaminantes secundarios**.

Uno de estos contaminantes es el ozono ( $O_3$ ) que se forma en la troposfera (la zona de la atmósfera que está en contacto con la superficie terrestre) a partir del dióxido de nitrógeno ( $NO_2$ ) en presencia de la luz solar, por ello su concentración en el aire se incrementa en las horas en que la energía solar es más fuerte.

Para identificar el ozono se emplea un aparato detector de radiación ultravioleta (UV) con una lámpara de vapor de mercurio cuya intensidad luminosa se asocia a un determinado voltaje. Este voltaje se digitaliza en la computadora del instrumento que calcula la concentración de ozono en la región estudiada. El ozono es una forma de oxígeno, formada por tres átomos de este elemento, y es un gas muy irritante que genera afecciones respiratorias, ojos irritados y dolor de cabeza.

Cabe señalar que el ozono también se localiza en la estratosfera, aproximadamente de quince a cincuenta kilómetros sobre la superficie de nuestro planeta. En esta zona, el ozono desempeña un papel muy importante para la salud, pues forma una barrera que aminora la penetración de cierto tipo de radiación ultravioleta proveniente del Sol.

Según su intensidad y tiempo de exposición, los rayos UV pueden ocasionar trastornos a los seres vivos como inflamaciones y diversos tipos de cáncer en la piel, así como cataratas en los ojos. También se relacionan con daños en algunos materiales, cosechas y formas de vida marinas.

Sin embargo, la evidencia muestra que la capa de ozono de la estratosfera se ha deteriorado principalmente debido al uso de compuestos llamados clorofluorocarbonos (CFC), formados por átomos de carbono, cloro y flúor, que se utilizaron durante mucho tiempo en los refrigeradores y sistemas de aire acondicionado.

Además de los contaminantes primarios y secundarios, en el aire existen partículas sólidas provenientes de actividades humanas como la quema de desechos o de pastizales para la siembra, defecar al aire libre, de la edificación de construcciones y de la minería, entre otras.

En el caso de los **contaminantes sólidos**, su concentración se calcula como el cociente de la masa del contaminante respecto del volumen del aire:

$$\text{concentración del contaminante} = \frac{\text{masa del contaminante (microgramos } \mu\text{g)}}{\text{volumen de aire (m}^3\text{)}}$$

Los avances científicos y tecnológicos han permitido medir la concentración de los principales contaminantes del aire, identificar algunos de sus efectos dañinos, así como tomar medidas para disminuir los trastornos que pueden ocasionar a la salud de los seres humanos.

Por ejemplo, en algunas regiones de nuestro país, como la zona metropolitana del valle de México (Distrito Federal y área conurbada de los estados de México e Hidalgo), se utiliza el índice metropolitano de la calidad del aire (imeca), que es un valor de referencia para que las personas conozcan los niveles de contaminación presentes en el lugar donde habitan. En el cuadro 1.4 se muestra la relación entre el Imeca y la concentración de algunos contaminantes del aire:

Cuadro 1.4. Imeca y la concentración de algunos contaminantes en el aire

Intervalo del imeca	Partículas mayores a 10 micrómetros ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Ozono (ppm)	Monóxido de carbono (ppm)
0-50	0-60	0-0.055	0-0.50
51-100	61-120	0.056-0.110	0.51-11.0
101-150	121-220	0.111-0.165	11.01-16.50
151-200	221-320	0.166-0.220	16.51-22.00
> 200	> 300	> 0.220	> 22.00

Cuando la concentración de un contaminante rebasa el equivalente a cien puntos imeca significa que sus niveles son perjudiciales para la salud y deben tomarse medidas para evitar daños.

### Con ciencia

Reúnete con tu equipo y realiza lo que se solicita.

1. El aire es una mezcla homogénea de gases formada por 78.08% de nitrógeno, 20.5% de oxígeno y el resto de dióxido de carbono, vapor de agua y otros gases.
  - Expresa la concentración de los componentes de aire en ppm.
2. De acuerdo con las Normas de Calidad del Aire vigentes en nuestro país, el valor límite de exposición al ozono durante una hora es de 0.11 ppm.
  - ¿Cuál sería la concentración de ozono expresada en porcentaje en volumen?

Compara tus respuestas con las del grupo y, con la coordinación de tu maestro, reflexiona sobre las ventajas de expresar la concentración en porcentaje y en ppm.



Figura 1.37. Nuestras acciones contribuyen al mejoramiento de nuestro ambiente.

La solución más importante para los problemas ambientales consiste en emprender acciones personales y colectivas que nos hagan tomar conciencia de nuestros hábitos (fig. 1.37). Por ejemplo, en el manejo y desecho de los productos que consumimos.

También es indispensable que el conocimiento químico y tecnológico se utilice para generar productos más amigables con el ambiente.

### Practica lo aprendido

Con la supervisión del maestro, reúnete con tu equipo y analiza tus respuestas iniciales acerca de los síntomas del nadador después de salir de la alberca. Elabora un cartel en el que consideres lo siguiente:

- La importancia de conocer la proporción de contaminantes en una mezcla.
- Ejemplos de contaminantes que no se distinguen a simple vista.
- ¿Es el ozono el único contaminante en la atmósfera? Investiga otros.
- Qué recomendarías a los deportistas que suelen ejercitarse al aire libre.
- Proporciona dos ejemplos más en los que no se pueda detectar a simple vista la concentración de un contaminante.
- Cómo se expresa la proporción de contaminantes de una muestra.
- Con ayuda del maestro, presenta tu cartel y observa los de tus compañeros.
- Explica cuáles son los aprendizajes y las dificultades de este subcontenido.

### Cierre

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

### Inicio



**Figura 1.38.** Acudir cada seis meses al dentista es recomendable para evitar problemas dentales dolorosos.

### Aprendizaje esperado

#### El alumno:

- 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.

*Como cada seis meses, Lupita acudió al odontólogo para una limpieza dental. El dentista le aplicó un medicamento con flúor y la felicitó por no tener caries. Además del cepillado de dientes, le recomendó usar algunos meses una pasta sin fluoruro (fig. 1.38).*

*A Lupita le sorprendió esta recomendación y no estaba segura de decir en casa que cambiaran de pasta de dientes, después de todo en la televisión anuncian las bondades de diversos productos que contienen fluoruro.*

- ¿Seguirías las recomendaciones que hizo el dentista a Lupita? ¿Por qué?
- ¿Qué relación existe entre la concentración del fluoruro y los dientes sanos?
- ¿Qué efectos puede tener en la salud tomar diferentes dosis de cualquier medicamento?

### Desarrollo



**Figura 1.39.** Paracelso introdujo el tratamiento de la sífilis basado en la ingesta de pequeñas cantidades de mercurio cuidadosamente medidas.

### La toxicidad de las sustancias

Como se indicó antes, en la Ciudad de México se ha y se sigue utilizando el índice metropolitano de la calidad del aire (imeca) para informar a la población sobre la concentración de los contaminantes en distintas zonas del Distrito Federal y el área conurbada, comprendiendo algunas regiones de los estados de México e Hidalgo.

El imeca se reporta mediante un intervalo de valores numéricos que van de 0 a más de 200 dependiendo de la concentración de los principales contaminantes del aire, como el ozono y el monóxido de carbono. Según la concentración y el tipo de contaminantes atmosféricos, se producen diversos efectos adversos a la salud de los seres vivos. Cualquier sustancia que produce tales efectos o alteraciones en la salud de los organismos es **tóxica**.

La toxicidad de una sustancia depende de diversos factores. Uno de ellos es la **dosis**, es decir, la cantidad que es ingerida, inhalada o absorbida por un organismo. Esto lo señaló hace mucho tiempo Paracelso (figura 1.39). Por ejemplo, si la dosis de un medicamento suministrado a un paciente es mayor que la indicada, la persona puede sufrir daños severos e irreversibles en su salud. De ahí la importancia de no automedicarse: para no ingerir una dosis incorrecta.

### Conéctate

Para conocer más sobre los factores que influyen en la toxicidad de las sustancias revisa el apartado 1 en la siguiente página web y comenta lo que consideres relevante en tu grupo, bajo la coordinación de tu profesor.

[www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/25244/peligrosidad.pdf](http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/25244/peligrosidad.pdf)

[Fecha de consulta: 24 de enero de 2017].

Es el caso del fluoruro de sodio, usado para prevenir caries, cuya concentración no debe pasar de 2% para que su sabor no sea desagradable ni provoque manchas ni poros en los dientes ni irritación en las encías. En el caso de los contaminantes del aire, si el imeca está entre 0 y 50 puntos se considera que la concentración no presenta riesgos para la salud y es adecuada para realizar diversas actividades, incluso al aire libre. Pero si el imeca es mayor que 200, la concentración de contaminantes puede causar efectos adversos a la salud de la población en general.

Otro factor de toxicidad de una sustancia es el **tiempo de exposición**, que tiene relación con la dosis: a mayor tiempo de exposición se incrementa la cantidad de sustancia que es ingerida, inhalada o absorbida por un organismo (figura 1.40).

Retomemos el ejemplo del fluoruro de sodio: si bien este compuesto se encuentra presente en muchos productos para el cuidado bucal y previene las caries, su aplicación excesiva y prolongada resulta contraproducente ya que tiene efectos corrosivos sobre el esmalte de los dientes, que acaba por eliminar la protección contra las caries. Esta corrosión es una enfermedad conocida como *fluorosis dental*, que se manifiesta en rayado, porosidad y cuarteadura de los dientes, además de irritación de las encías, lo que produce el efecto contrario: la aparición de caries.

Muchos gobiernos revisan los programas de salud bucal nacionales e institucionales, vigilando que las campañas de aplicación de compuestos de flúor en escuelas se realice selectivamente, de manera que primero se revise el estado en que se encuentran las piezas dentales de los niños, para saber quiénes son candidatos a la aplicación de flúor. La Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda cambiar hábitos en el uso de pastas dentales y el consumo de alimentos cuyas concentraciones de fluoruro sean mayores de 2 partes por millón, disminuir el consumo de jugos embotellados en los niños, sobre todo los de uva, que contienen altas concentraciones de flúor, y utilizar filtros de agua en lugar de hervirla, en donde el agua potable contiene compuestos de flúor de manera natural.

Un tercer factor es la **respuesta del organismo** a los efectos de un contaminante. Por ejemplo, si varias personas ingieren la misma cantidad de un alimento en mal estado (por lo común, sin saberlo), los efectos en cada una son diferentes. Los niños y adultos mayores con enfermedades cardiovasculares o respiratorias son más susceptibles de presentar efectos adversos ante los contaminantes del aire que el resto de la población (fig. 1.41).



**Figura 1.40.** Una persona que se somete a la radiación solar por más tiempo que otra, es más vulnerable a padecer los efectos de los rayos ultravioleta del Sol, como el cáncer de piel.



**Figura 1.41.** En una misma familia, las enfermedades estacionales, como la influenza, afectan más a algunas personas que a otras.

### Con ciencia

Reúnete con tu equipo y consigue recortes de revistas o etiquetas de productos comerciales, una cartulina, plumones y pegamento.

- Selecciona cinco productos de uso cotidiano e ilústralos en la cartulina.
- Explica el uso adecuado de estos productos y los efectos nocivos para la salud que conozcas o hayas escuchado acerca de estos.
- Incluye en tu cartulina por qué es importante que el público conozca los efectos tóxicos de estos productos y siga las recomendaciones de sus etiquetas e instructivos.
- Presenta tu trabajo al resto del grupo y escucha los trabajos de los otros equipos.
- Complementa la información que consideres necesaria. Con respeto, realiza una crítica constructiva a los trabajos de tus compañeros.
- Con la ayuda de tu maestro, explica cómo influye la mercadotecnia de algunos de estos productos en los hábitos de consumo de la gente.

## Promoción de la salud

La contaminación del aire puede generar diversos malestares. Para que no te enfermes, toma las siguientes medidas, en especial en invierno:

- Infórmate sobre los niveles de contaminación en tu localidad. Si son muy altos, evita salir a la calle. Si es necesario que salgas, hazlo siempre bien abrigado.
- Consume alimentos ricos en vitaminas C (frutas: guayaba, naranja, limón, kiwi; verduras: pimiento, brócoli, espinaca), D (sardina, camarón, huevo, queso) y E (jamón, aceites vegetales, mantequilla, cereales integrales).
- Limita tus actividades al aire libre cuando hay altos niveles de contaminación; en particular, no hagas ejercicio.
- Usa cubrebocas o bufanda.
- Evita quemar llantas, fuegos pirotécnicos y hacer fogatas al aire libre.

## La concentración de contaminantes del aire y sus efectos en la salud

Cuanto mayor sea la concentración de contaminantes, más expuestos estamos a dosis que pueden afectar nuestra salud. La Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal reporta datos sintetizados para que la población esté al tanto de los efectos generales en la salud ocasionados por el incremento de concentración de contaminantes en el aire (cuadro 1.5).

Cuadro 1.5. Concentración de contaminantes (ppm)							
Contaminantes	Partículas	SO <sub>2</sub>	CO	O <sub>3</sub>	NO <sub>2</sub>	imeca	Efecto en la salud
Concentración	275	0.18	13	0.11	0.2	100	Irritación de ojos en personas sanas.
	420	0.35	21	0.21	0.7	200	Disminución de la tolerancia al ejercicio.
	600	0.56	31	0.35	1.15	300	Aumento prematuro de varias enfermedades.
	950	1	50	0.6	2	500	Muerte prematura de enfermos y ancianos.
Tiempo de medición	24 h	24 h	8 h	1 h	1 h		

Adaptado de: *Guía de trabajo. Ciencias III (énfasis en Química). Tercer Taller de Actualización sobre los Programas de Estudio 2006*. México, SEP, 2008, p. 101.

El tiempo de medición de cada contaminante del aire indica el tiempo de concentración de la sustancia en el aire para que se aprecien efectos sobre la salud. Por ejemplo, cuando las personas se exponen durante una hora a una concentración de ozono de 0.111 ppm, algunas presentarán irritación de vías respiratorias y oculares, así como dolor de cabeza. Para hacer más accesible la información a la población, la calidad del aire se clasifica según la concentración de algunos contaminantes del aire representada en los valores del imeca, y se describen de manera general los efectos en la salud (cuadro 1.6).

Cuadro 1.6. Interpretación del imeca		
Intervalo del imeca	Clasificación	Efectos en la salud
0 - 50	Buena	Adecuada para llevar a cabo actividades al aire libre.
51 - 100	Regular	Posibles molestias en niños, adultos mayores y personas con enfermedades.
101 - 150	Mala	Efectos adversos en la población, en particular los niños y los adultos mayores con enfermedades cardiovasculares o respiratorias como el asma.
151 - 200	Muy mala	Mayores efectos adversos en la población en general, en particular los niños y los adultos mayores con enfermedades cardiovasculares o respiratorias como el asma.
>200	Extremadamente mala	Efectos adversos de la población en general. Se pueden presentar complicaciones graves en los niños y los adultos mayores con enfermedades cardiovasculares o respiratorias como el asma.

Tomado de [www.aire.df.gob.mx/default.php?opc=ZaBhnml=&dc=Zw==](http://www.aire.df.gob.mx/default.php?opc=ZaBhnml=&dc=Zw==)  
(Fecha de consulta: 17 de octubre de 2016).

Para evitar que el aumento de la concentración de los contaminantes produzca graves efectos en la salud de la población (cuando se superan 200 puntos de imeca), se toman medidas para disminuir su emisión. Tal es el caso de reducir de 30% a 70% la actividad industrial de la zona metropolitana del valle de México, de acuerdo con los niveles de concentración de contaminantes.

Si bien la actividad industrial es una de las principales fuentes de emisión de contaminantes del aire, cada día los seres humanos consumimos una gran variedad de productos y realizamos actividades cuyo impacto es negativo en el ambiente.

Por ejemplo, el uso indiscriminado que hacemos de vehículos automotores y de energía contribuye a incrementar la concentración de los contaminantes del aire. Podemos tomar medidas para prevenirlo, como hacer un uso racional de los vehículos, apagar las luces que no se utilicen, desconectar aparatos eléctricos, evitar la propagación de incendios y de la quema de basura y de llantas, entre otras.

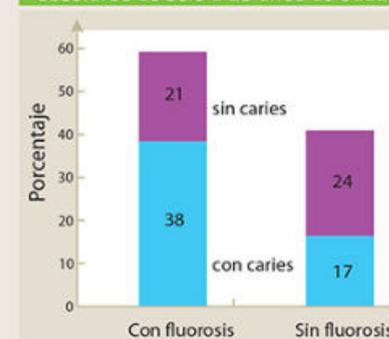
Ahora que ya conoces algunas de las condiciones para que una sustancia sea tóxica, es probable que la próxima vez que vayas a utilizar un producto o un medicamento te detengas a revisar con detalle la información contenida en sus etiquetas e instructivos. De igual forma, cuando un profesional de la salud nos receta un medicamento es importante sigamos al pie de la letra sus indicaciones en cuanto a la dosis y el tiempo de uso.

## Practica lo aprendido

Algunos estudios revelan que la tendencia de los pequeños con fluorosis a tener caries es mayor que el resto de los niños, como puede verse en la gráfica de la figura 1.42. Esto se debe a una aplicación excesiva de flúor en campañas médicas o a un indiscriminado uso de productos comerciales con fluoruro.

- Con base en estos datos, regresa a las respuestas iniciales que escribiste acerca del caso de Lupita y modifica lo que creas necesario.
- Con el apoyo de tu maestro, elabora un tríptico donde expliques a los lectores en forma resumida y con el apoyo de ilustraciones, los efectos de la concentración excesiva en mezclas de uso cotidiano.
- Organiza con tu grupo una muestra con los trípticos e inviten a compañeros de otros grupos y miembros de la escuela para que tengan información que puede serles muy valiosa para su salud. Al final, solicita al profesor que evalúe la actividad.

Fluorosis y su relación con caries en escolares de seis a 15 años de edad



## Cierre

Figura 1.42. Gráfica de fluorosis y su relación con la caries en escolares de seis a quince años de edad. Tomada de: M. de L. Azpeitia-Valadez, Manuel Rodríguez-Frausto, Miguel Ángel Sánchez-Hernández (2008), "Prevalencia de fluorosis dental en escolares de 6 a 15 años de edad", en *Revista Médica del Instituto Mexicano del Seguro Social*, 46 (1), pp. 67-72.

# Primera revolución de la química

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

### Inicio

#### Aprendizajes esperados

##### El alumno:

- 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.



**Figura 1.43.** Después de apagar una fogata se recomienda cubrirla con tierra para evitar que las brasas ocasionen un incendio.

### Después del fuego

*En una excursión escolar, al finalizar el día, un grupo de alumnos de tercero de secundaria propuso a su maestro encender una fogata (fig. 1.43). Juntaron ramas secas, las encendieron y asaron malvaviscos.*

*El profesor se acercó a dos estudiantes que comentaban que cuando las ramas arden se forman cenizas negras y blancas y no queda nada que indique que fueron parte de árboles. En seguida les preguntó si consideraban que las ramas con las que encendieron la fogata y las cenizas que quedaron al final tendrían la misma masa. Ninguno de los dos estudiantes supo qué responder.*

- ¿Qué se necesita para que un material arda?
- Además de la formación de cenizas, ¿qué otros cambios se observan mientras arde la madera?
- ¿Qué responderías a la pregunta planteada por el profesor?

### Desarrollo

#### De la alquimia a la química

El nacimiento de la química como ciencia se relaciona con el inicio del estudio de los gases realizado durante los siglos XVII y XVIII. Antes de llegar a este punto, revisemos primero algunos antecedentes. En la Antigüedad, la producción de gases estaba muy relacionada con el fuego. Los antiguos griegos creían que el fuego era un elemento esencial de la vida y de otras cosas, y que se liberaba bajo ciertas condiciones.

A diferencia de los griegos, los alquimistas de la Edad Media consideraban que los materiales ardían debido a que contenían algo a lo que llamaban "azufre", que es diferente de lo que hoy es el elemento azufre. A los materiales que se desprendían, los que ahora conocemos como gases, los llamaron "aires" o "vapores".

Estos alquimistas hicieron grandes aportaciones a la transformación de los materiales. En especial realizaron diversos trabajos con los metales, ya que buscaban la manera de convertirlos en oro (fig. 1.44).

A finales del siglo XVII el médico y químico alemán **Georg Ernst Stahl** (1660-1734) promovió la teoría del flogisto, que consideraba que un material ardía, porque contenía una gran cantidad de flogisto, un tipo de sustancia responsable de la inflamabilidad de los materiales. Según esta teoría, cuando los materiales ardían, el flogisto se liberaba e incorporaba al aire. Lo que quedaba del material ya no ardía pues carecía de flogisto.

Por otro lado, cuando se calentaba un metal a altas temperaturas sin fundirlo (proceso denominado calcinación), se obtenía un polvo al que se llamó "cal". Stahl propuso que los metales estaban formados por la "cal" y el flogisto, y este último se liberaba durante el calentamiento.

La teoría del flogisto fue aceptada de inmediato por la comunidad científica de la época, pues explicaba lo que se observaba en los fenómenos de combustión y calcinación. Sin embargo, tenía algunas inconsistencias, pues fallaba al explicar, por ejemplo, por qué al calcinar un metal (rico en flogisto) se obtenía un producto con mayor masa que el original. Lo esperado era que disminuyera la masa inicial pues se había perdido flogisto.

Este problema lo resolvió el científico francés Antoine Laurent Lavoisier, pero lo revisaremos más adelante. Primero te invitamos a conocer otros descubrimientos del siglo XVIII. El trabajo con gases se inició durante los primeros años del siglo XVIII, cuando el químico inglés **Stephen Hales** (1667-1761) diseñó un dispositivo que permitía atrapar los gases mediante el desplazamiento de agua (fig. 1.45), lo cual abrió la puerta para el estudio de las transformaciones de los materiales en los que intervienen o se producen gases.



**Figura 1.44.** Los alquimistas también diseñaron diversos instrumentos para realizar sus trabajos de transformación de los materiales.

### Con ciencia

- Integra un equipo con dos compañeros.
- Investiga en revistas, enciclopedias, libros e Internet el nombre de quienes en el siglo XVIII descubrieron los tipos de "aire" (gases) que se mencionan en el cuadro.

Nombre	Características
Aire fijado	Podía combinarse o fijarse con otras sustancias.
Aire inflamable	Ardía con facilidad.
Aire deflogistado	En este fluido los materiales ardían con mayor intensidad que en el aire mismo. Se pensaba que como carecía de flogisto, aceptaba el que liberaban los materiales al arder.
Aire flogistado	En este fluido no ardían los materiales. Se consideraba que este tipo de "aire" era rico en flogisto y no podía aceptar más.

- Indica en cuál vaso existe una concentración de 1 ppm.
- Explica cuál es la ventaja y la desventaja de expresar la concentración en porcentaje y en partes por millón.
- Comparte tus cálculos con otro equipo y verifica tus respuestas.
- Compara tus resultados con los del grupo y, con la coordinación de tu maestro, realiza las modificaciones que consideres pertinentes.



**Figura 1.45.** En la cubeta de Hales el gas se mueve por el tubo y al burbujear dentro del recipiente desplaza el agua que sale por el fondo abierto. Así pueden recolectarse gases insolubles en agua.

- Averigua también las fechas en que sucedieron los descubrimientos y la denominación actual de esos gases.
- Realiza un cuadro en el que incluyas los datos que investigaste y compártelo con tu grupo.

## La Ley de la conservación de la masa



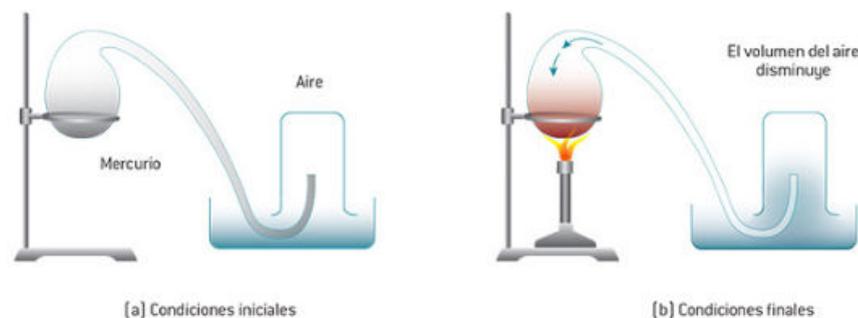
**Figura 1.46.** Marie-Anne Pierrette Paulze, esposa de Lavoisier, tradujo al francés los descubrimientos de la comunidad científica inglesa y realizó dibujos para ilustrar los libros de su esposo.

El francés **Antoine Laurent Lavoisier** (1743-1794) estudió abogacía, pero desde muy joven mostró interés por la ciencia a la cual se dedicó. Por ejemplo, ganó un concurso con un ensayo para mejorar la iluminación de los poblados franceses. Los trabajos científicos de Lavoisier lo llevaron a ser director de la Academia de Ciencias Francesas en 1785. Con el apoyo de su esposa, Lavoisier (fig. 1.46) se interesó en los fenómenos de la combustión, el proceso mediante el cual arden las sustancias, y el de la calcinación de los metales.

En un principio realizó experimentos, como se acostumbraba en la época, en recipientes abiertos, pero midió la masa antes y después de las transformaciones. Los resultados obtenidos mostraron que al quemar los materiales, como la madera, las cenizas obtenidas tenían menor masa, pero al calcar los metales se formaba un material sobre estos, llamado cal en ese tiempo, y aumentaba la masa.

Lavoisier decidió utilizar recipientes cerrados para realizar sus experimentos, lo cual le permitiría atrapar al flogisto y estudiar sus propiedades. En uno de sus experimentos, Lavoisier puso a calentar mercurio pero antes midió la masa de todo el conjunto de materiales incluyendo, también, al aire. A este sistema donde es imposible que entre o salga materia se le conoce como sistema cerrado.

Después de calentar el mercurio, se formó un polvo rojizo. Al término del experimento volvió a medir la masa del sistema cerrado y no detectó cambios respecto de la masa original. Al intentar abrir el sistema, Lavoisier encontró resistencia. Una vez que lo logró, notó que el aire del exterior penetraba. Como sabía que el aire fluye de una zona de mayor presión hacia otra de menor presión, dedujo que la presión dentro del sistema había disminuido (fig. 1.47). ¿A qué se debía ese fenómeno?



**Figura 1.47.** Este experimento contradice la teoría del flogisto, pues no aumenta el volumen del aire.

Como el experimento ocurría en un sistema cerrado, el aire del interior no podía salir, entonces pensó que una parte de este aire se había incorporado al metal. Tras realizar diversos experimentos similares con otros metales y midiendo siempre la masa de manera cuidadosa, Lavoisier identificó que la masa ganada por el metal era la misma que se perdía de aire.

Respecto del fenómeno de la combustión, encontró que cuando se queman materiales, como la madera, se obtenían cenizas y un gas que se incorporaba al aire. Concluyó que por esta razón dichas cenizas tenían menor masa que el material original y no por haber perdido flogisto, como lo había propuesto Stahl. Cuando Lavoisier quemó sustancias en su sistema cerrado, la masa total del sistema no variaba durante las transformaciones.

Con base en sus resultados, Lavoisier propuso que durante las transformaciones de los materiales la masa no se crea ni se destruye, solo se transforma, lo que se conoce como Ley de conservación de la masa. Desde entonces la medición de las sustancias es parte fundamental del trabajo de las personas dedicadas a la química.

En octubre de 1774, durante una cena en París, el científico británico **Joseph Priestley** (1733-1804) describió sus experimentos con el "aire deflogistado" que favorecía la combustión a Lavoisier, quien se interesó e investigó sobre este tipo de "aire" (fig. 1.48).

Con base en los resultados de sus experimentos, Lavoisier dedujo que el aire deflogistado de Priestley era un componente del aire, y lo denominó oxígeno. Esto cambió la concepción que se tenía hasta ese entonces de que el aire estaba formado por una sola sustancia.

Antoine Lavoisier también demostró que el oxígeno es el constituyente del aire necesario para que ocurra la combustión, proceso en el cual arden los materiales, y que este se combina con los materiales, y lo mismo ocurría durante la calcinación de los metales. Con base en estas evidencias, la teoría del flogisto dejó de tener vigencia en la ciencia.

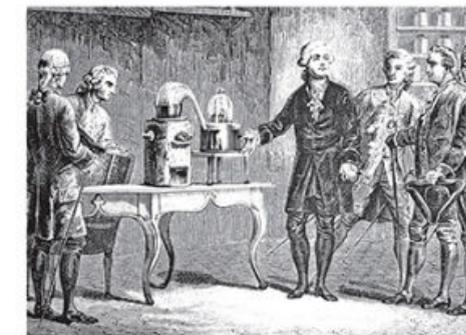
Es justo reconocer la aportación de Stahl al desarrollo del conocimiento químico al proponer su teoría del flogisto, vigente durante la mayor parte del siglo XVIII. Esta teoría permitió a otros miembros del gremio científico de su tiempo utilizarla para explicar sus investigaciones sobre la producción de diferentes gases durante la transformación de los materiales.

La explicación posterior de Lavoisier respecto del papel del oxígeno en los procesos de combustión y de la calcinación, que dio fin a la teoría del flogisto, es un ejemplo del carácter tentativo de las explicaciones científicas. En ciencia, todo lo que se conoce está sujeto a verificación y a cambios debido a nuevas investigaciones y descubrimientos.

En colaboración con los químicos franceses **Claude L. Berthollet** (1748-1822), **Antoine Francois de Fourcroy** (1755-1808) y **Louis B. Guyton** (1737-1816), Lavoisier propuso un sistema para nombrar los materiales de tal forma que a partir del nombre correspondiente se pudiera saber de qué sustancias estaba formado. Por ejemplo, cloruro sódico formado por cloro y sodio. Esto permitió contar con un lenguaje común entre la comunidad química y sentó las bases de la nomenclatura química moderna.

Antoine Lavoisier es considerado el padre de la química por sus aportaciones a la metodología de la investigación y la experimentación que favorecieron la construcción del conocimiento químico y una mejor comprensión de los fenómenos (fig. 1.49).

Después del triunfo de la Revolución francesa, debido a que Lavoisier había trabajado como recaudador de impuestos durante la monarquía, fue juzgado y sentenciado a muerte. Cuando pidió que la ejecución se suspendiera un par de semanas para completar algunos trabajos científicos, el juez le respondió: "La revolución no necesita científicos".



**Figura 1.48.** Lavoisier y sus colaboradores diseñaron y construyeron diversos aparatos que les permitieron reproducir y hacer experimentos con mayor precisión.



**Figura 1.49.** En 1789, Lavoisier publicó el *Tratado elemental de química*, donde hizo aportaciones para el desarrollo posterior de métodos y conocimientos propios de esta ciencia.

## Conéctate

Para conocer un poco más de las aportaciones de Lavoisier te recomendamos leer este libro: Horacio García. *El investigador del fuego: Antoine L. Lavoisier*, Pax, México, 2008.

Unas horas después, en lo que ahora es la Plaza de la Concordia, en París, Francia, Lavoisier caminó hasta la guillotina con calma y aire digno. Era el 8 de mayo de 1794. Su amigo, el célebre matemático **Joseph Louis Lagrange** (1736-1813) dijo: "Un segundo bastó para separar su cabeza del cuerpo; pasarán siglos para que una cabeza como aquella vuelva a ser llevada sobre los hombros de un hombre de ciencias".

El contexto cultural en que se desarrollaba Lavoisier influyó en el avance de sus investigaciones. Su posición en la Academia de las Ciencias Francesas le permitía estar al tanto de los trabajos científicos franceses. Durante el siglo XVIII, conocido como el de la Ilustración, Francia era considerada el centro político, científico, cultural, literario y social de Europa. En el hogar de los Lavoisier se realizaban tertulias con personajes importantes del medio cultural y científico de la época, las cuales continuaron aun después de la muerte del padre de la química.

Además, la esposa de Lavoisier, Marie-Anne Pierrette Paulze, una mujer inteligente y preparada, trabajó al lado de su marido durante sus investigaciones. Ella dominaba los idiomas inglés y latín, tradujo los trabajos de otras personas dedicadas a la ciencia al francés e hizo anotaciones de gran utilidad para el avance de las investigaciones de su esposo.

Al igual que el trabajo científico realizado por Stahl, Priestley y Lavoisier, la comunidad científica de la actualidad se basa en las experiencias de colegas contemporáneos o del pasado para seguir investigando. El avance de la ciencia es resultado de un proceso histórico, y muchos de los conceptos que ahora nos parecen obvios, no lo eran cuando surgieron. De esta manera avanza la ciencia y se construye el conocimiento, siempre con la idea de entender y explicar los fenómenos naturales y la forma de aprovecharlos en nuestro beneficio.

## Con ciencia

**Propósito:** Analizar lo que sucede con la masa de las sustancias durante las transformaciones químicas en sistemas cerrados y abiertos.

### Experimento 1

#### Materiales:

- 1 taza medidora o una probeta de 100 ml
- 200 ml de agua
- 1 botella de plástico transparente de 600 ml o un matraz Erlenmeyer de 250 ml
- 1 tableta efervescente (como las que se utilizan para disminuir la acidez estomacal)
- 1 balanza

#### Procedimiento:

- Mide 100 ml de agua con la probeta y agrégalo a la botella o al matraz.
- Coloca sobre la balanza la tableta efervescente y la botella o matraz con el agua. Registra el valor de la masa del sistema en tu cuaderno.
- Elabora en tu cuaderno una hipótesis respondiendo a estas preguntas: ¿cómo será la masa del conjunto de materiales después del cambio?, ¿por qué?
- Parte la tableta sobre la boca de la botella.
- Deja caer la tableta en el agua.
- Anota lo que sucede y, cuando ya no observes ningún cambio, determina la masa final del conjunto de materiales; registra el dato en tu cuaderno.
- Realiza dibujos de lo observado.

## Para saber más

Marie Anne Pierrette Paulze (1758-1836) participó en el diseño de los experimentos realizados por su esposo Antoine Lavoisier registrando las observaciones y dibujando esquemas y diagramas. Años después de la muerte del científico francés, reunió diversos documentos y publicó el libro *Memorias de química* (1805), que contribuyó a sembrar las bases de la química moderna.

### Experimento 2

#### Materiales:

- Los materiales del experimento 1
- 1 mortero o molcajete pequeño
- 1 globo del número 8
- 1 embudo
- Cinta adhesiva

#### Procedimiento:

- Mide 100 ml de agua con la probeta y agrégalo a la botella o al matraz.
- Tritura la tableta en el mortero o molcajete y, con ayuda del embudo, vierte el polvo dentro del globo. Estira el orificio del globo y colócalo alrededor de la boca de la botella o matraz, como se muestra en la figura 1.50. Evita que caiga polvo dentro de la botella y fija el globo con la cinta.
- Coloca el conjunto de materiales sobre la balanza y determina su masa.
- Elabora una hipótesis en tu cuaderno respecto de lo que sucederá al poner en contacto el polvo con el agua: ¿se modificará la masa del conjunto de materiales? ¿Por qué? ¿Cómo puedo explicarlo?
- Con precaución, levanta el globo y deja caer el polvo dentro del matraz con agua.
- Registra lo que sucede.
- Cuando ya no observes cambios, obtén el valor de la masa final de cada uno de los materiales.
- Pregunta a tu maestro la forma adecuada de desechar las sustancias.
- Utiliza un cuadro como el siguiente para anotar los resultados en tu cuaderno.

Experimento	Masa inicial del conjunto de materiales [g]	Cambio(s) perceptible(s)	Masa final del conjunto de materiales [g]

#### Procedimiento:

- Explica con tu equipo lo sucedido con la masa inicial y final del conjunto de materiales en cada etapa del experimento.
- Describe las semejanzas y diferencias entre los dos experimentos.
- Determina las dificultades que se presentan al medir la masa de los gases.
- Verifica si se confirmaron tus hipótesis. De no ser así, ¿a qué lo atribuyes?
- Con la guía de tu maestro, compara tus resultados con el resto del grupo.
- Reflexiona si las condiciones en que ocurren las transformaciones de los materiales influyen en el valor de la masa final del conjunto.
- Anota en tu cuaderno las conclusiones a las que llegaron.



Figura 1.50. En el dispositivo no puede salir ni entrar ninguna sustancia.

## Practica lo aprendido

Con la guía de tu maestro elabora con tu grupo una línea del tiempo que muestre las aportaciones de la comunidad científica de los siglos XVII y XVIII que dieron origen a la química como ciencia. Discute con el grupo acerca del carácter tentativo del conocimiento científico y cómo afecta el contexto cultural en el cual se desarrolla.

## Cierre

# Proyectos

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



**Figura 1.51.** Es importante generar un ambiente de confianza y respeto, de tal modo que todos los miembros del equipo expresen sus inquietudes.

### Aprendizajes esperados

#### El alumno:

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

Cuando finalices cada bloque, tendrás oportunidad de participar en la realización de un proyecto, como lo hiciste en tus cursos de Ciencias 1 y Ciencias 2. Durante su elaboración integrarás los conocimientos, las habilidades y las actitudes que has desarrollado y fortalecido a lo largo del estudio del bloque y de cursos anteriores.

Para realizar los proyectos, te sugerimos integrar equipos (fig. 1.51) de cuatro o cinco compañeros y organizar el trabajo en cuatro etapas:

#### 1. Planeación

- a) Reunir el equipo.
- b) Definir el tema y tipo de proyecto.
- c) Determinar actividades y recursos.
- d) Asignar responsables.

#### 2. Desarrollo

- a) Hacer actividades.
- b) Organizar y analizar información.
- c) Obtener conclusiones.

#### 3. Comunicación

- a) Informe de trabajo realizado.
- b) Presentación a la comunidad.

#### 4. Evaluación

- a) Aprendizajes sobre el tema.
- b) Habilidades y actitudes empleadas.
- c) Logros y retos.
- d) Desempeño del equipo e individual.

Igual que en tus cursos de Ciencias anteriores, podrán elegir entre tres tipos de proyecto: ciudadanos, científicos y tecnológicos. En los **proyectos científicos** estimularás tu curiosidad y capacidades para conocer, investigar y descubrir lo que hay a tu alrededor y en la Naturaleza.

En los **proyectos tecnológicos** pondrás en juego tu creatividad para diseñar y construir artefactos para atender alguna necesidad o bien, para evaluar un proceso o producto tecnológico actual o del pasado.

© SANTILLANA

Con los **proyectos ciudadanos** podrás valorar de manera crítica las relaciones que existen entre la ciencia y la sociedad e interactuar con otras personas para intervenir con éxito en situaciones que vives como vecino, consumidor o usuario.

En los proyectos de este libro incluimos ideas para que los lleves a cabo pero en cada uno de ellos profundizamos en algún aspecto de las distintas etapas, como se muestra en el cuadro 1.7.

**Cuadro 1.7. Proyectos por bloque y etapa a profundizar**

Bloque	Páginas	Sección del proyecto	Sugerencias
1	65-67	Planeación	<ul style="list-style-type: none"><li>• Elección del tema. Selección de actividades.</li></ul>
2	145-146	Desarrollo	<ul style="list-style-type: none"><li>• Selección de fuentes de información y la forma de referirlas.</li></ul>
3	196-197	Comunicación	<ul style="list-style-type: none"><li>• Elaboración del informe final y presentación de resultados.</li></ul>
4	235	Evaluación	<ul style="list-style-type: none"><li>• Valoración de tu desempeño.</li></ul>

## Etapa 1. Planeación

### La elección del tema

Para iniciar el trabajo es importante formar un equipo y elegir un cuaderno donde se registre todo lo que suceda durante el desarrollo del proyecto; a este le llamarás bitácora. También es recomendable platicar las experiencias obtenidas durante la realización de los proyectos de los cursos Ciencias 1 y Ciencias 2 para identificar las dificultades y los casos exitosos que se tuvieron.

Para este proyecto, ponemos a tu consideración dos preguntas:

- ¿Cómo funciona una salinera y cuál es su impacto en el ambiente (fig. 1.52)?
- ¿Qué podemos hacer para recuperar y reutilizar el agua del ambiente?

Recuerda que, a pesar de que te proponemos estas preguntas, es probable que durante el estudio de los contenidos del bloque te hayan surgido algunas ideas para el tema de tu proyecto que puedes comentar con tu equipo para considerarlas como base de alguna pregunta a resolver durante el mismo. Cualquier pregunta a resolver es válida, pero no olvides que debe tener relación con los contenidos que revisaste en este bloque.

En este momento les puede ser muy útil distribuir la revisión de los contenidos del bloque entre los integrantes del equipo y organizar en fichas la información que consideren les será de utilidad, de tal manera que les facilite su manejo.



**Figura 1.52.** La salinera más grande del mundo es la de Guerrero Negro, ubicada en Baja California Sur.

© SANTILLANA



Figura 1.53. Las aguas residuales tratadas se reutilizan para el riego de parques y jardines.

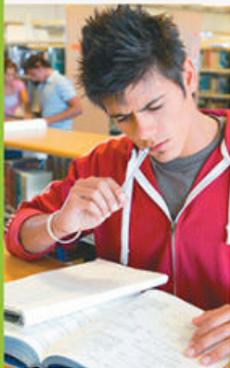


Figura 1.54. Las preguntas del tema o problema nos dan una idea base para comenzar el desarrollo del proyecto.

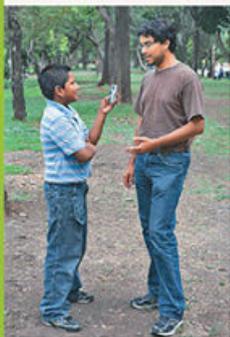


Figura 1.55. Planear y estructurar adecuadamente las preguntas de una entrevista es fundamental para obtener información útil y precisa.

Una forma de elegir el tema podría ser comentar en equipo lo que se conoce de cada uno. Por ejemplo, para la pregunta *¿Cómo funciona una salinera y cuál es su impacto en el ambiente?*, se puede platicar lo relativo a dónde se obtiene la sal de mesa o cloruro de sodio (NaCl) y los tipos de sal que se conocen.

En el caso de la pregunta *¿Qué podemos hacer para recuperar y reutilizar el agua del ambiente?*, es recomendable evaluar los tipos de agua presentes en la comunidad con los que se podría trabajar, por ejemplo, la de lluvia y la que se utiliza en las actividades domésticas, así como sus formas de recuperación (fig.1.53).

Cada miembro del equipo puede argumentar en favor o en contra de los temas. Lo importante es que todos estén de acuerdo con la elección final, pues esto permitirá que estén interesados y entusiasmados durante la realización del proyecto.

Una vez que se ha elegido la pregunta principal, es conveniente plantearse en equipo preguntas que se deriven de la principal y que guíen en realidad la investigación (fig. 1.54), por ejemplo:

- ¿Cómo funcionan los distintos tipos de salineras?
- ¿Qué procesos y métodos de separación de mezclas hay en la obtención de la sal?
- ¿Qué importancia tiene la sal en la salud del ser humano y en procesos industriales?
- ¿Cuál es el impacto ambiental asociado al funcionamiento de los distintos tipos de salineras? ¿Qué medidas se han tomado en nuestro país?
- ¿Cómo podrían recuperar el agua de lluvia?
- ¿Cuáles son los principales contaminantes de las aguas residuales domésticas?
- ¿Qué procesos y métodos de separación de mezclas se utilizan para separar algunos materiales y sustancias presentes en el agua?
- ¿Qué usos se le puede dar al agua tratada? ¿Se puede beber? ¿Por qué?

## Con ciencia

Reúnete con tu equipo y redacta en la bitácora la pregunta elegida. Después, anota las preguntas que les ayudarán a guiar la investigación.

- Con las preguntas en mente, redacta una hipótesis, o varias, que verificarás durante la realización del proyecto.
- Muestra a tu profesor tu hipótesis y, en consenso con tu equipo, realiza las adecuaciones que creas pertinentes.

## La selección de actividades

Es momento de planear las actividades que te ayudarán a obtener información para responder la pregunta o preguntas que guían tu investigación. Para elegir y organizar las actividades resulta útil preguntarse: *¿qué vamos a hacer?*, *¿para qué lo vamos a hacer?* y *¿cómo lo vamos a hacer?*

Si elegiste la pregunta sobre las salineras, una opción de actividades es visitar una si existen en su localidad. De igual forma, sería interesante que pudieras entrevistar a personas que allí trabajan (fig. 1.55).

Por otro lado, podrías conversar con miembros de las comunidades cercanas para que te platicuen sobre algunos problemas ambientales asociados al funcionamiento de la salinera.

Para el proyecto de recuperación y reutilización del agua del ambiente, evalúa la posibilidad de visitar una planta de tratamiento de agua potable, así como otra de aguas residuales. De esta visita pueden surgirte algunas ideas sobre los métodos factibles de utilizar para separar algunos materiales y sustancias presentes en el tipo de agua con que decidas trabajar.

También es recomendable incluir un experimento en el proyecto. Por ejemplo, para el del impacto ambiental de la salinera podría consistir en mostrar, con materiales sencillos y actividades que puedas realizar en el salón, algunos métodos de separación de mezclas involucrados en la obtención de la sal.

Para el tema de la reutilización del agua del ambiente puedes mostrar la manera en que se separan algunas sustancias presentes en un tipo determinado de agua, de tal forma que sea posible reutilizarla en algunas actividades humanas.

Cuando se incluye un experimento durante el desarrollo de un proyecto es importante describir el procedimiento, elegir el material que se utilizará, considerar las medidas de protección y la forma adecuada de desechar las sustancias empleadas, así como discutir el diseño del experimento con el profesor antes de realizarlo.

Te recomendamos revisar los proyectos del bloque 4, donde encontrarás aspectos que puedes considerar para el diseño y la realización del experimento.

## Con ciencia

Con tu equipo, haz una lista de actividades que seguirás para resolver la pregunta que elegiste. Para esto toma en cuenta las propiedades de los materiales o la conservación de la masa según corresponda al tema que elegiste.

- Define el tiempo que destinarás a cada actividad del proyecto y distribuye las tareas entre los miembros del equipo. Ten en cuenta que debes reunirte con tu equipo para compartir tus hallazgos, comentar las dificultades que están enfrentando y decidir entre todos cómo las superarán.
- Puedes elaborar un cuadro donde indiquen la actividad a realizar, el tiempo estimado para realizarla y el responsable.

Considera que, para que el proyecto tenga éxito, es necesario que todos los miembros del equipo se involucren y cumplan con las actividades en los tiempos asignados.

Recuerda que, al finalizar el proyecto, entregarás un informe del trabajo realizado. Toma en cuenta que deberán compartir los resultados con el grupo, la comunidad escolar o la comunidad en general. Consulta con tu profesor qué aspectos deberás incluir en el informe para que los consideres en la planeación de las actividades.

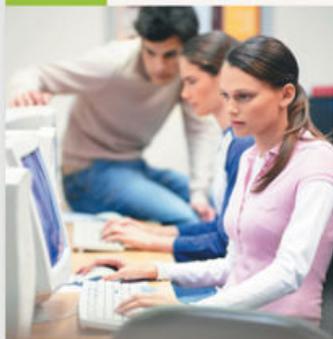
Al término de cada etapa del proyecto, es conveniente que en equipo se revisen los avances del proyecto, se evalúe la pertinencia de las tareas, se ajusten los tiempos destinados a las actividades, se valore el desempeño de cada miembro del equipo y entre todos reflexionen sobre la satisfacción con el trabajo realizado.

## Conéctate

Si deseas ahondar en el tema del agua, el siguiente libro te servirá. Julia Carabias y otros. *Agua, medio ambiente y sociedad: hacia la gestión integral de los recursos hídricos de México*, El Colegio de México, México, 2006. Espejo de Urania.

## Etapa 2. Desarrollo

### Recabar información



**Figura 1.56.** Recuerda que en Internet es preferible elegir páginas con extensiones edu o gob, así como las que pertenezcan a universidades.

Una de las actividades principales de esta etapa es la búsqueda, el análisis y la selección de la información. Para ello serán de mucha utilidad los contenidos que se revisaron en el bloque, por ejemplo, las características de las mezclas homogéneas y heterogéneas, así como los métodos para separar sus componentes.

Para realizar la búsqueda, es útil identificar algunas palabras clave relacionadas con las preguntas que desean responder. Por ejemplo, obtención de sal, usos de la sal, impacto ambiental de salineras o salinas; recuperación de agua de lluvia, aguas residuales, contaminantes del agua, tratamiento de aguas negras, entre otras.

La búsqueda de información puede ser en libros, revistas de divulgación científica, periódicos, videos, documentales, películas, programas de radio, Internet, etcétera (fig. 1.56). No olvides registrar en una ficha de trabajo los datos de la fuente consultada, pues se deberán incluir en el informe final.

En los proyectos del bloque 2 de este libro (página 142), incluimos otros aspectos relacionados con la elección de las fuentes de información, así como la manera de referirlas; consúltalo si lo consideras necesario. Aquí te sugerimos algunas fuentes de información para los temas propuestos (Fecha de consulta: 17 de octubre de 2016):

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

- Asociación Mexicana de la Industria Salinera, A. C. [www.amisac.org.mx/index\\_archivos/16.htm](http://www.amisac.org.mx/index_archivos/16.htm)
- Instituto de la sal [www.institutodelasal.com/index.php](http://www.institutodelasal.com/index.php)
- Impacto ambiental de las salineras [blogverdebubu.ubu.es/?p=913](http://blogverdebubu.ubu.es/?p=913)

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

- Sesenta y siete recomendaciones para ahorrar el agua [www.imta.gob.mx/images/pdf/recomendaciones.pdf](http://www.imta.gob.mx/images/pdf/recomendaciones.pdf)
- La ciencia del agua para las escuelas [water.usgs.gov/gotita/wwvisit.html](http://water.usgs.gov/gotita/wwvisit.html)
- Aspectos tomados en cuenta para diseñar la planta de tratamiento de agua de Atotonilco [www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/SGAPDS-19-11.pdf](http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/SGAPDS-19-11.pdf)
- Norma oficial mexicana para el uso y consumo humano de agua potable [www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/m127ssa14.html](http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/m127ssa14.html)

Una forma de facilitar la organización y el análisis de la información es anotar en las fichas de trabajo la pregunta que guía la investigación y las primeras ideas que les surjan al revisar la fuente, además del resumen y los datos de la fuente consultada.

Reunida la información, es momento de analizarla y elegir aquella que se considere más útil para responder las preguntas planteadas. Asimismo, en este punto se diseña y realiza el experimento planeado. Es importante que durante la realización del experimento tomen notas de lo que observan (fig. 1.57).



**Figura 1.57.** La recopilación de información nos permite comprender, analizar y responder la problemática de nuestro proyecto.

## Con ciencia

Revisa el experimento que realizaste, la hipótesis que planteaste, los resultados que obtuviste y la información que recabaste. Luego discute con tu equipo:

- Si se cumplieron tus predicciones del inicio, ¿la hipótesis resultó verdadera?
- ¿Se responden tus preguntas sobre la obtención de sal o purificación de agua?
- ¿Puedes responder las preguntas planteadas con la información recabada y los resultados del experimento?

### Obtener conclusiones

Es momento de obtener las conclusiones y remitirse a las preguntas que dieron origen al proyecto y elaborar la argumentación. Por ejemplo, si una de las preguntas se relaciona con el impacto de las salineras en la economía y en el ambiente, identifica los impactos en la información recopilada. Con base en ello se redactan una o más frases que lo explican.

### Conéctate

Esta página electrónica contiene una guía para elaborar conclusiones y ejemplos ilustrativos: [www.ugr.es/ffilosofia/recursos/innovacion/convo-2005/trabajo-escrito/como-elaborar-un-articulo-cientifico.htm](http://www.ugr.es/ffilosofia/recursos/innovacion/convo-2005/trabajo-escrito/como-elaborar-un-articulo-cientifico.htm) (Fecha de consulta: 24 de enero de 2017).

## Con ciencia

Con la guía de tu profesor, discute en grupo los requisitos adecuados para incluir en el reporte del proyecto.

- Anótalos en tu cuaderno y con base en ellos redacta el informe con tu equipo.
- Cuida que la redacción sea clara y no tenga errores ortográficos.
- Recuerda incluir imágenes (fotografías, dibujos o diagramas), que apoyen la información y muestren algunas etapas del proyecto.
- Discute en tu trabajo las implicaciones sociales de los resultados de tu investigación.

## Etapa 3. Comunicación

Con base en lo analizado, redacta el informe; puedes consultar al maestro de Español. Ten en cuenta que la presentación ante el grupo o la comunidad debe reflejar lo realizado durante el proyecto, pero de una manera resumida. Es esencial que todos los miembros del equipo intervengan en la presentación de los resultados. Te sugerimos ensayarla con antelación y ajustarla al tiempo acordado con el profesor (fig. 1.58). Utiliza la información como apoyo y evita leerla; de lo contrario la exposición será aburrida. El dominio del tema es fundamental, por lo que es recomendable que cada integrante del equipo sepa todo acerca del proyecto. Al finalizar conviene dejar un tiempo para preguntas, comentarios y sugerencias que contribuyan a mejorar el trabajo.

## Etapa 4. Evaluación

En este punto se revisa el trabajo realizado, tanto los resultados obtenidos como el desempeño de cada integrante y del equipo en conjunto. Pide al profesor que los evalúe.

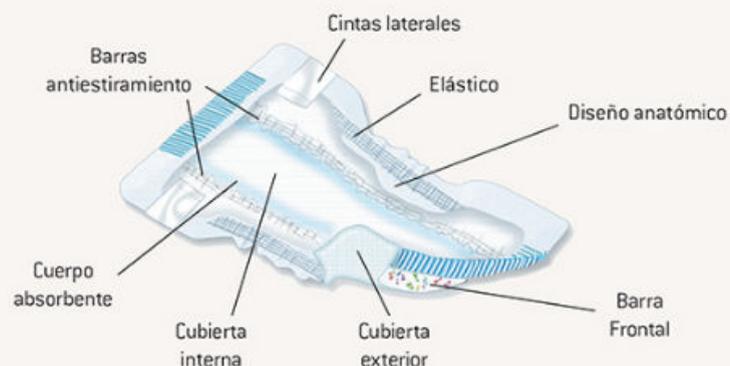


**Figura 1.58.** Preparar con antelación una exposición permite transmitir adecuadamente los resultados obtenidos.

# Evaluación del bloque 1

## Los pañales desechables

El primer pañal desechable de la historia se lanzó al mercado en Suecia, durante la década de los cuarenta del siglo XX. Su diseño sencillo consistía en un núcleo absorbente hecho de 15 a 20 capas de papel tisú, y en el exterior una película plástica, sin cintas. Su capacidad de absorción era muy limitada: alrededor de 100 ml, es decir, solo servían para usarse una vez. En la época que apareció, Marion Norman, ama de casa estadounidense, elaboró una cubierta exterior para contener el pañal de tela con material de cortinas para baño llamado boater. Estas dos aportaciones son la base de los pañales desechables actuales y sus partes se ilustran a continuación:



Algunos pañales desechables actuales absorben hasta ochocientos veces su propio peso en agua, y trescientas veces su propio peso en disolución salina, equivalente a la orina. Sin embargo, aún no se logra hacer pañales totalmente biodegradables y por eso la decisión de utilizar pañales de tela ha cobrado importancia en términos de una vida sustentable. Por otro lado, las industrias de pañales desechables realizan investigaciones para generar pañales biodegradables.

Veamos algunas de características de los materiales con que se fabrican los pañales desechables (tabla 1):

Material	Biodegradable	Impermeable	Absorbente	Resistencia	Suavidad	Precio
Lámina de plástico (polietileno)	No	Sí	No	Fuerte	Suave	Bajo
Tela no tejida de rayón	Sí	No	No	Fuerte	Muy suave	Bajo
Pulpa de celulosa mullida (tejida)	Sí	No	Sí	Débil	Suave	Bajo
Plástico absorbente	Sí	No	Muy	Débil	Suave	Elevado

Responde en tu cuaderno.

1. A partir de esta información, selecciona dos explicaciones que tengan fundamento científico:

- A) Las cintas del pañal son una condición necesaria para la capacidad absorbente del papel tisú.
- B) La capacidad de absorción de los pañales está dada en unidades de volumen, una propiedad extensiva de la materia.
- C) La disolución salina de los pañales desechables es una mezcla de orina con agua y sal.
- D) La absorción es una propiedad cualitativa de la materia de la misma categoría que el estado de agregación.
- E) Los primeros pañales desechables absorbían 100 ml menos que los actuales.
- F) Los pañales desechables actuales absorben menos líquido en disolución salina que en agua, pero mucho más que los primeros pañales desechables.

2. Hay una desventaja de la tela de algodón que se supera con el material de la cortina de baño.

A) ¿Cuál es esta desventaja?

---

B) ¿Qué propiedad del material de la cortina impide el escurrimiento del líquido? Indica si esta característica es una propiedad cualitativa, extensiva o intensiva.

---

3. Con base en la figura del pañal relaciona las partes y características con la función que le corresponde.

Parte del pañal	Función
Cubierta exterior	1) Proporciona comodidad y ajuste para el bebé en la entrepierna.
Cojín absorbente	2) Permiten pegar y despegar las cintas laterales varias veces.
Cubierta interior	3) Evita que los líquidos salgan del pañal.
Bandas frontales	4) Está en contacto con la piel del bebé y permite el paso de los líquidos.
Barreras antiescurrimiento	5) Evitan los escurrimientos hacia las piernas.
Cintas laterales	6) Retiene los líquidos.
Elásticos	7) Se emplean para ajustar el pañal al cuerpo del bebé.
Diseño anatómico	8) Sirven para ajustar el pañal en la zona de las piernas y la cintura del bebé.

4. Selecciona, entre los materiales de la tabla 1, los más adecuados para fabricar algunas partes del pañal desechable.

	Cubierta exterior	Cojín absorbente	Cubierta interior
Material			
¿Por qué lo elegirías?			

5. De acuerdo con la información de la tabla 1, ¿cuál es el principal problema ambiental que generan los pañales desechables?



## Los helados

**E**l helado es uno de los postres preferidos de grandes y chicos no solo en México, sino en todo el mundo. Nuestro país se distingue por tener helados de sabores realmente originales, por ejemplo, de pétalos de rosa, de nanche, de chile, de zapote con naranja, de chicle, en fin. Aunque los materiales con que se preparan los helados pueden obtenerse fácilmente cuando los tenemos a la mano, el procedimiento de elaboración requiere cuidar algunos detalles para que el resultado tenga la consistencia y la apariencia que se espera.

Una receta para preparar helado de vainilla o nieve de sabores en tu casa es la siguiente:

- Consigue una olla y reúne  $1\frac{1}{2}$  tazas de leche entera,  $1\frac{1}{2}$  tazas de crema,  $\frac{3}{4}$  de taza de azúcar y 3 cucharadas de extracto de vainilla. Si prefieres una nieve, sustituye los ingredientes con agua de frutas (limón, piña, fresa, etcétera), endulzada a tu gusto.
- En el caso del helado de vainilla, calienta y revuelve hasta que los ingredientes se integren, y sin permitir que hierva. Luego, deja enfriar. Para la nieve, esto no es necesario.
- Vierte el preparado de helado o el agua de fruta en  $\frac{3}{4}$  partes de un bote metálico o en cualquier recipiente con tapa, cuidando que quede espacio en la parte de arriba. Tápalo.
- Coloca este recipiente dentro de un bote o recipiente más grande (como los de leche o chocolate en polvo). Coloca a su alrededor una capa de hielo y una de sal gruesa, en una proporción de 4 partes de hielo por una de sal.
- Tapa el bote grande y cúbrelo con un trapo. Dale vueltas alternadamente girando primero en el sentido de las manecillas del reloj y luego en sentido contrario durante media hora. Revisa de vez en cuando el interior del bote para agregar más hielos en caso de que se derritan, pues la temperatura debe estar a  $-12\text{ }^{\circ}\text{C}$ .
- Después de media hora ¡a disfrutar tu helado!

Responde en tu cuaderno

1. Clasifica en tu cuaderno los ingredientes del helado y la nieve, así como los que se emplean para enfriarlos, como mezclas homogéneas y mezclas heterogéneas.

Ingrediente	Mezcla homogénea	Mezcla heterogénea
Hielo con sal		
Agua de mango sin azúcar		
Extracto de vainilla		
Agua con hielo		
Fruta con agua y azúcar antes de licuar		
Batido de leche con crema y sin azúcar		
Nieve con trocitos de fresa		
Crema con extracto de vainilla		
Batido de crema con azúcar, leche y extracto de vainilla		

2. ¿Cuál de las siguientes propiedades de la materia disminuye su valor en presencia de la sal?

- |                          |                         |
|--------------------------|-------------------------|
| A) Masa                  | F) Solubilidad          |
| B) Volumen               | G) Concentración        |
| C) Densidad              | H) Estado de agregación |
| D) Temperatura de fusión | I) Sabor                |
| E) Tensión superficial   |                         |

3. Clasifica las propiedades de la lista anterior marcando con una cruz en la columna que les corresponde.

	Tipo de propiedad		
	Cualitativa	Extensiva	Intensiva
Masa			
Densidad			
Temperatura de fusión			
Tensión superficial			
Solubilidad			
Concentración			
Estado de agregación			
Volumen			
Sabor			

4. Al derretirse la mezcla de hielo con sal, se forma una disolución salina. ¿Cuál de los componentes es el soluto y cuál es el disolvente? Selecciona las dos opciones correctas.

- A) El hielo es el disolvente.  
 B) La sal es el soluto.  
 C) El agua es el soluto.  
 D) La sal es el disolvente.  
 E) El agua es el disolvente.

5. ¿Cuál de los siguientes métodos de separación de mezclas es adecuado para recuperar la sal disuelta en el agua?

- A) Extracción con disolventes  
 B) Decantación  
 C) Magnetización  
 D) Centrifugación  
 E) Destilación  
 F) Cristalización

6. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es verdadera?

- A) El estado de agregación del helado aumenta con la temperatura.  
 B) La masa y la viscosidad de la nieve son propiedades cualitativas.  
 C) La congelación de agua en la nieve es un cambio químico.  
 D) Los helados son coloides.

## Las propiedades de los materiales y su clasificación química



### Presentación del bloque

Todos los materiales que nos rodean comparten ciertas características, independientemente de su forma o su estado físico. Debido a esto es posible clasificarlos por sus propiedades físicas y químicas. Para referirse a las propiedades químicas, esta disciplina emplea un lenguaje propio y una metodología especial. En este bloque revisarás la importancia del lenguaje químico, así como las características de las sustancias que permiten su clasificación. Al final, en el proyecto pondrás en práctica lo que aprendiste.

#### Aprendizajes esperados

- Establece criterios para clasificar materiales cotidianos en mezclas, compuestos y elementos considerando su composición y pureza.
- Representa y diferencia mezclas, compuestos y elementos con base en el modelo corpuscular.
- Identifica los componentes del modelo atómico de Bohr (protones, neutrones y electrones), así como la función de los electrones de valencia para comprender la estructura de los materiales.

- Representa el enlace químico mediante los electrones de valencia a partir de la estructura de Lewis.
- Representa mediante la simbología química elementos, moléculas, átomos, iones (aniones y cationes).
- Identifica algunas propiedades de los metales (maleabilidad, ductilidad, brillo, conductividad térmica y eléctrica) y las relaciona con diferentes aplicaciones tecnológicas.
- Identifica en su comunidad aquellos productos elaborados con diferentes metales (cobre, aluminio, plomo, hierro), con el fin de tomar decisiones para promover su rechazo, reducción, reuso 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.

© SANTILLANA

- Argumenta la importancia y los mecanismos de la comunicación de ideas y productos de la ciencia como una forma de socializar el conocimiento.
- Identifica la información de la tabla periódica, analiza sus regularidades y su importancia en la organización de los elementos químicos.
- Identifica que los átomos de los diferentes elementos se caracterizan por el número de protones que los forman.
- Relaciona la abundancia de elementos (C, H, O, N, P, S) con su importancia para los seres vivos.
- Identifica las partículas e interacciones electrostáticas que mantienen unidos a los átomos.
- Explica las características de los enlaces químicos a partir del modelo de compartición (covalente) y de transferencia de electrones (iónico).

© SANTILLANA

#### Proyecto

Para terminar, puedes desarrollar, integrar y aplicar tanto los aprendizajes esperados como las competencias determinadas para este bloque, en alguna de las siguientes opciones: "¿Cuáles elementos químicos son importantes para el buen funcionamiento de nuestro cuerpo?" y "¿Cuáles son las implicaciones en la salud o el ambiente de algunos metales pesados?"

# Clasificación de los materiales

## 1.1 Mezclas y sustancias puras: compuestos y elementos

### Inicio

#### Aprendizajes esperados

##### El alumno:

- 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.



Figura 2.1. ¿Qué materiales de la figura son mezclas? ¿Cómo lo sabes?

Como parte de su proyecto de fin de bloque, un equipo de estudiantes de tercero de secundaria intentó separar los componentes de un material empleando varios métodos pero sin éxito. Por sugerencia de su profesora, el equipo decidió investigar el tipo de material con que estaban trabajando y si, de alguna manera, podían deducir la posibilidad de separar sus componentes o de usar un método más adecuado (fig. 2.1).

- ¿Cómo puedes saber si un material puede separarse en más componentes?
- ¿Qué criterios emplearías para clasificar otros materiales que no son mezclas?
- ¿Qué modelo puede ser útil para representar esta clasificación de los materiales?

### Desarrollo

#### ¿Qué tanto se pueden separar las mezclas?

Clasificar características de la materia permite aprovechar sus propiedades en numerosos productos (fig. 2.2). En el bloque 1 viste que las **mezclas** son combinaciones de sustancias cuyas propiedades originales no se alteran al unirse, que existen dos tipos de mezclas de acuerdo con su apariencia y que sus componentes pueden separarse por diferentes métodos. Sin embargo, no todos los materiales que nos rodean son mezclas.

#### Con ciencia

Analiza con tu equipo esta lista de materiales utilizados en la construcción de un edificio y escribe en tu cuaderno los que son mezclas.

- |   |  |
|---|--|
| • Varilla de acero                              | • Llaves de bronce                                 |
| • Pintura con aguarrás                          | • Tubería de plástico (cloruro de polivinilo, PVC) |
| • Tubería de cobre                              | • Agua   |
| • Caja con clavos de metal y taquetes de madera | • Tabique  |



Figura 2.2. La clasificación tiene aplicaciones prácticas en todos los ámbitos de la vida cotidiana.

- Determina una forma de clasificar estos materiales, según sus propiedades. Establece criterios que ya conoces, como estados de agregación y tipos de mezcla.
- ¿Cómo clasificarías los materiales que no son mezclas?
  - Explica por qué estos materiales no son mezclas. Compara tus escritos con el grupo y corrígelos si lo crees necesario.
  - Dispón la información mediante un organizador gráfico, ya sea un cuadro sinóptico, un mapa de conceptos, un mapa mental, etcétera.

### Las sustancias puras

Si una mezcla se somete a un método de separación para obtener los componentes que la forman y estos a su vez ya no pueden separarse por métodos físicos, como los que te presentamos en el bloque 1 de este libro, entonces se trata de **sustancias puras**.

Tal es el caso de una disolución de sal en agua en la cual podemos separar sus componentes, por ejemplo, mediante evaporación. Sin embargo, la sal y el agua que se obtienen comparten algo en común: ninguna de las dos se puede separar nuevamente por métodos físicos. Esta es la frontera entre las mezclas y las sustancias puras.

Cada sustancia pura se encuentra formada por el mismo tipo de material. Su composición y propiedades son siempre las mismas. Por ejemplo, si de cierta cantidad de sal pura tomamos diferentes muestras, cada una tendrá las mismas propiedades y la misma composición.

Ahora hablemos de los dos tipos de sustancias puras: los elementos y los compuestos. Algunas sustancias puras están formadas por un mismo tipo de átomos y reciben el nombre de **elementos** (fig. 2.3). Por ejemplo, en una muestra de hierro solo existen átomos de hierro, mientras que una de mercurio está formada únicamente por átomos de mercurio. Sin embargo, los átomos de ambos elementos son diferentes, lo cual abordaremos más adelante. A veces los átomos de un mismo elemento se encuentran unidos (fig. 2.4).

El concepto de elemento ha cambiado a lo largo de la historia. Para los griegos toda la materia estaba constituida por los elementos agua, tierra, viento y fuego. Los chinos consideraban que eran metal, madera, agua, fuego y tierra. En India se consideraban nueve: agua, tierra, fuego, aire, éter, tiempo, espacio, alma y sensaciones. La definición de elemento que se acepta en la actualidad la propuso **Robert Boyle** (1627-1691) en 1661, quien lo consideró "una sustancia básica que no puede descomponerse para dar otras más sencillas".

Los nombres de los elementos tienen diferente origen. Algunos se relacionan con un lugar de nuestro planeta, como el galio, en honor a la región de Galia, en Francia, y el californio, que fue descubierto en California, Estados Unidos de América.

Otros se relacionan con un planeta o cuerpo celeste, como mercurio (el planeta del mismo nombre, el más cercano al Sol) y uranio (Uranio). Unos más tienen nombres de científicos famosos como el einstenio (Albert Einstein), el curio (Marie Curie) y el fermio (Enrico Fermi).

A finales del siglo XIX, **John Dalton** (1766-1844) inventó una serie de dibujos para representar y diferenciar los elementos conocidos hasta entonces (fig. 2.5). Conforme se descubrían nuevos elementos, fue más difícil recordar el símbolo que los identificaba, de manera que se hizo necesario no solamente simplificar su representación, sino encontrar formas de organizarlos.

### Para saber más

El elemento polonio lleva ese nombre en honor a Polonia, la tierra natal de una de sus descubridoras: Maria Salomea Skłodowska, mejor conocida como Marie Curie.

El elemento radio (se usa en el tratamiento de algunos tipos de cáncer) también fue descubierto por esta notable mujer y otro elemento, el curio, fue nombrado así en su honor.

Marie Curie fue no solo la primera mujer, sino la primera persona en recibir premios Nobel en dos disciplinas distintas: el de Física (1903) y el de Química (1911).

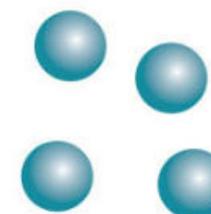


Figura 2.3. Representación de los átomos de un elemento.

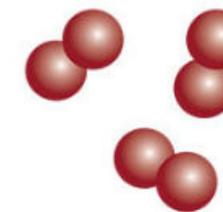


Figura 2.4. En algunos casos los átomos de los elementos están agrupados, pero son iguales, como en el oxígeno. Desde luego, los átomos no son de colores, sino que se trata de una representación.

**Figura 2.5.**  
Representación de los  
elementos según Dalton.

Símbolos utilizados por Dalton			

La representación actual de los elementos se debe a **J. Jacob Berzelius** (1779-1848), quien propuso un símbolo formado por la primera letra mayúscula de su nombre. Por ejemplo, H para el hidrógeno, C para el carbono, N para el nitrógeno y O para el oxígeno. Para los elementos cuyo nombre comenzara con una letra ya asignada, propuso utilizar una letra mayúscula seguida de una minúscula, como el calcio [Ca] o el cloro [Cl]. El símbolo de algunos elementos proviene de palabras en latín o griego, como el del cobre [Cu] que procede de *cuprum*, o el del oro [Au] que deriva de *aurum*.

Cabe señalar que las propiedades de los elementos que percibimos con nuestros sentidos no son las mismas de sus átomos individuales. Por ejemplo, el oro es un sólido amarillo brillante que puede formar láminas y moldearse, pero sus átomos individuales no tienen estas características. Las propiedades descritas son el resultado de las interacciones entre los átomos, como estudiaremos más adelante en este bloque.



**Figura 2.6.** El oro y la plata se aprovechan para la fabricación de accesorios.

Algunos elementos existen en la Naturaleza como agregados de dos o más átomos. Por ejemplo, los gases hidrógeno ( $H_2$ ), oxígeno ( $O_2$ ), nitrógeno ( $N_2$ ), flúor ( $F_2$ ) y cloro ( $Cl_2$ ). Los llamados elementos nativos son los únicos que se encuentran en estado libre en la Naturaleza; de todos los elementos solo veinte forman parte de este grupo, como el oro [Au], la plata [Ag], (fig. 2.6) el cobre [Cu] y el platino [Pt].

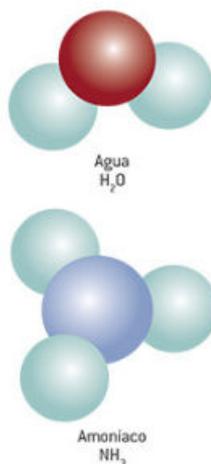
Sin embargo, la mayoría de los elementos se encuentran combinados químicamente con otros y forman los **compuestos**, otro tipo de sustancias puras formadas por átomos de dos o más elementos distintos.

Una característica de los compuestos es que sus propiedades son distintas de los elementos que los constituyen. Por ejemplo, el elemento sodio [Na] es un sólido a temperatura ambiente y puede cortarse con un cuchillo. El cloro [Cl] es un gas que percibimos de color verde, de penetrante olor característico y es muy irritante para las vías respiratorias.

Tanto el sodio como el cloro son tóxicos para el ser humano. Sin embargo, cuando se ponen en contacto, sucede un cambio químico y se forma un compuesto muy apreciado para el consumo humano: la sal de mesa o cloruro de sodio ( $NaCl$ ) cuyas propiedades son diferentes de los elementos que le dieron origen.

En el lenguaje de la química, los compuestos se representan mediante **fórmulas químicas**, construidas con los símbolos de los elementos que los forman y subíndices numéricos (colocados a la derecha del símbolo correspondiente) que indican la cantidad de átomos de cada elemento en el compuesto.

Por ejemplo, la fórmula del agua es  $H_2O$  e indica que este compuesto está formado por dos átomos de hidrógeno, y uno de oxígeno. El amoníaco está constituido por un átomo de nitrógeno y tres de hidrógeno, por lo que su fórmula es  $NH_3$  (fig. 2.7).



**Figura 2.7.** En estos modelos se representan los átomos que forman cada compuesto.

Otra característica de los compuestos es que la proporción de los elementos que lo forman siempre es la misma para un mismo compuesto. Si la proporción se modifica, se obtienen diferentes compuestos. Por ejemplo, la glucosa está formada por seis átomos de carbono, doce de hidrógeno y seis de oxígeno ( $C_6H_{12}O_6$ ), mientras que el alcohol etílico tiene los mismos elementos, pero en distinta proporción: dos átomos de carbono, seis de hidrógeno y uno de oxígeno,  $C_2H_6O$ .

Los compuestos pueden separarse en los elementos que los forman, pero con métodos distintos de los que ya conoces para separar los componentes de las mezclas. Por ejemplo, al hacer pasar por ellos una corriente eléctrica o por medio de diversas reacciones con otras sustancias, una de las cuales podrás apreciar en la siguiente actividad.

## Con ciencia

**Propósito:** Identificar la diferencia entre un compuesto y un elemento químico.

### Material:

- 1 frasco de vidrio de boca ancha
- 100 ml de agua destilada
- 2 alambres de cobre de 35 cm
- 2 minas de lápiz de 5 cm
- 1 pila de 9 V
- Cinta de aislar o cinta adhesiva transparente
- 1 cartón rectangular más largo que la boca del frasco
- Tijeras o navaja (que deberás usar con la supervisión de tu profesor)

### Procedimiento:

- Reúnete con tus compañeros de equipo y vierte el agua en el frasco, obsévala y anota en tu cuaderno sus propiedades.
- Propón una hipótesis sobre lo que piensas que ocurrirá al hacer pasar una corriente eléctrica a través del líquido. Anótala en tu cuaderno.
- Toma un alambre de cobre y, en uno de sus extremos, enrolla una de las minas del lápiz. Luego realiza lo mismo con el otro alambre y la mina.
- Haz dos pequeñas incisiones con las tijeras en el cartón, separadas unos 5 cm.
- Atraviesa las minas por las incisiones que hiciste en el cartón.
- Fija con la cinta de aislar el extremo libre de uno de los alambres en uno de los bornes de la pila. Realiza la misma acción con el otro alambre en el otro borne.
- Sumerge las minas en el agua para que tengan un dispositivo como el que se muestra en la figura 2.8. Cuida que los alambres estén separados en todo momento.
- Observa lo que sucede en cada una de las minas sumergidas.

### Conclusiones:

- Con base en los resultados obtenidos, responde en tu cuaderno:
  - En el dispositivo que armaste, ¿cuáles son elementos y cuáles compuestos?
  - ¿Qué piensas que ocurrió en el dispositivo? ¿Por qué?
  - Si la fórmula del agua es  $H_2O$ , ¿qué se desprende de las minas?, ¿son elementos o compuestos?
  - ¿Son sustancias puras los gases que se desprenden? ¿Por qué?
  - ¿Cómo podrías verificar que son elementos los gases que se desprenden?
- Con la ayuda del maestro, comparte tus respuestas con el resto del grupo y elabora una conclusión respecto de la diferencia entre un elemento y compuesto químico.

## Conéctate

Para conocer un poco más sobre las mezclas te recomendamos el siguiente libro, José Antonio Chamizo y Yosune Chamizo Alberro. *Los cuatro elementos, SEP/Santillana, México, 2002. Espejo de Urania.*

## Glosario

**borne.** Terminal de metal que se usa para conectar pilas, máquinas, aparatos y dispositivos electrónicos a los hilos conductores de la electricidad.



**Figura 2.8.** Dispositivo para obtener las sustancias puras que forman el agua.

## Los materiales y el modelo corpuscular de la materia



**Figura 2.9.** a) El hierro es un elemento de la Naturaleza. b) El hierro oxidado es un compuesto. c) El hierro y el agua forman una mezcla heterogénea.

La clasificación de los materiales como mezclas y sustancias puras (elementos y compuestos) nos ayuda a conocerlos, estudiarlos, aprovechar sus propiedades y transformarlos (fig. 2.9). Sin embargo, obtener sustancias 100% puras es muy difícil. Por lo general se obtienen muestras con cierto porcentaje de contaminantes. El grado de pureza de las sustancias es de dos tipos:

- **Pureza comercial o grado técnico.** Las que se venden comercialmente pueden tener hasta 90% de pureza, suficiente para la mayor parte de las materias primas que se utilizan en la industria o el hogar. Por ejemplo, el bicarbonato de sodio y la glicerina.
- **Pureza química.** Es un grado en que las sustancias tienen entre 97 y 99% de pureza, entonces se dice que una sustancia es químicamente pura.

El concepto de pureza química se relaciona con el tipo de partículas que existen en una muestra determinada. En el caso de una pureza de 100%, todas las partículas de la muestra tendrían que ser iguales.

En tu curso de Ciencias 2 estudiaste la **teoría cinética de partículas o modelo corpuscular de la materia**, en la cual se establece que la materia está formada por una enorme cantidad de partículas en movimiento, entre las cuales existe espacio vacío.

El modelo corpuscular permite explicar el comportamiento perceptible de la materia como resultado de sucesos que ocurren en ella a nivel submicroscópico; es decir, que no se pueden observar incluso con el microscopio más potente. Por ejemplo, es útil para explicar las propiedades generales de los estados de agregación de la materia.

Como recordarás, según el modelo cinético, las partículas de los gases se mueven caóticamente a gran velocidad, colisionan entre sí y contra las paredes del recipiente que los contiene. El movimiento y los choques entre las partículas disminuyen en los líquidos; en los sólidos este movimiento ya no es un desplazamiento de traslación, sino que las partículas vibran en un mismo sitio.

En el modelo corpuscular, las partículas se representan como esferas rígidas y no es necesario especificar si son elementos, compuestos o mezclas pues se considera que las propiedades generales de gases, líquidos y sólidos son independientes del tipo de material del cual se trata.

Sin embargo, para la química es muy importante diferenciar cuándo se trata de un elemento, un compuesto o una mezcla, y para representarlos también es útil el modelo corpuscular de la materia. Los átomos de un mismo elemento se representan con esferas del mismo tamaño e incluso se utiliza un mismo color. En el caso de elementos formados por dos o más átomos, las esferas se muestran unidas, como se observa en los modelos de las figuras 2.3. y 2.4.

Para representar los compuestos se utilizan esferas de distinto tamaño y color con el fin de diferenciar los átomos de cada elemento que los forman, como se aprecia en los modelos de la figura 2.7.

Las mezclas pueden estar formadas por dos o más elementos distintos, elementos y compuestos, o por compuestos diferentes, los cuales se representan como se describió antes.

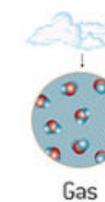
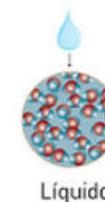
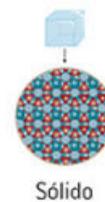
### Conéctate

La siguiente liga te mostrará un interactivo sobre sustancias puras para que practiques lo aprendido hasta ahora. [objetos.unam.mx/quimica/sustancias/](http://objetos.unam.mx/quimica/sustancias/) [Fecha de consulta: 17 de octubre de 2016].

© SANTILLANA

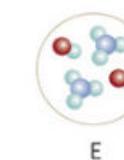
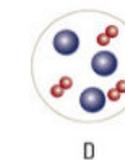
## Con ciencia

Observa estas imágenes y responde con tu equipo en tu cuaderno.



- Con base en el modelo corpuscular de la materia, ¿qué se representa en las imágenes?
- ¿Este material es un elemento, un compuesto o una mezcla? Argumenta tu respuesta.
- ¿Cuál podría ser la sustancia que se representa? ¿Por qué?

Observa las representaciones y en tu cuaderno relacionalas con los conceptos debajo de ellas.



Compuesto \_\_\_\_ Elemento \_\_\_\_ Mezcla de elementos \_\_\_\_ Mezcla de compuestos \_\_\_\_

- ¿Cuál es la diferencia entre mezclas y compuestos en estos modelos?
- ¿Cómo representarías una mezcla de agua con azúcar con este modelo? Dibújalo.

En grupo, y con la coordinación de tu profesor, reflexiona sobre la utilidad del modelo corpuscular de la materia para representar y diferenciar mezclas, compuestos y elementos.

Para comprender las diferencias en la composición de los materiales son muy útiles los modelos como el corpuscular. Pero aún nos falta para comprender por qué los elementos tienen diferentes propiedades y cómo se unen entre sí para formar compuestos. Esto lo revisaremos más adelante en este bloque.

### Practica lo aprendido

Reúnete con tu equipo y, con la supervisión de tu profesor, elaboren un periódico mural en el que expliquen las diferencias entre mezclas, compuestos y elementos.

- Considera las características de un periódico mural y cuáles son sus secciones. Puedes consultar a tu profesor de Español o también Internet.
- Elige los materiales que necesitas para que tu trabajo tenga un buen contenido y representación gráfica (fig. 2.10). Utiliza como apoyo el modelo corpuscular de la materia y considera incluir además muestras de algunos materiales.
- Platica con tu profesor sobre la posibilidad de exponer tu periódico mural en la escuela. También pídele que evalúe esta actividad.

© SANTILLANA

### Cierre



**Figura 2.10.** Los elementos gráficos deben estar claramente descritos en el trabajo.

## Inicio

### 2.1 Modelo atómico de Bohr

#### Aprendizaje esperado

##### El alumno:

- 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.



**Figura 2.11.** Tarde de domingo en la isla de la Grande Jatte de Georges Seurat. Se trata de un hermoso paisaje con personas deambulando, pero si haces un acercamiento ¿qué observas?

En la clase de Arte, la profesora enseñaba al grupo algunas pinturas del siglo XIX de la corriente llamada puntillismo, encabezada por los pintores franceses Georges Seurat y Paul Signac [fig. 2.11].

Al mirar con detalle las pinturas, Raúl recordó la tarea que les había dejado su profesor de Química: escribir un ensayo para explicar cómo imaginan que está formada la materia. Así se le ocurrió relacionar esas obras de arte con el trabajo asignado. Pensó que la materia debía estar formada de manera semejante a lo que veía en los cuadros. Ya tenía la tarea resuelta.

- ¿Consideras que la analogía de Raúl es correcta? ¿Por qué?
- En el modelo que imaginó Raúl ¿a qué partículas corresponden los átomos?
- Los átomos ¿pueden dividirse?

## Desarrollo

### La discontinuidad de la materia

#### Glosario

##### analogía.

Comparación o relación de semejanza que se establece entre dos o más cosas, seres, objetos o conceptos distintos.

En el bloque 1 de este libro revisamos que nuestros sentidos son muy útiles para identificar algunas propiedades de la materia y otras las podemos medir con diversos instrumentos. Las propiedades que podemos ver a simple vista corresponden al mundo macroscópico.

En cambio, en tu curso de Ciencias 1 aprendiste que instrumentos como la lupa y el microscopio permiten amplificar nuestra visión para observar algo tan pequeño como las células y las bacterias.

Lo que percibimos con los diferentes tipos de microscopios corresponde al mundo microscópico. Sin embargo, existe un mundo aun más pequeño del que se ha obtenido evidencia con microscopios aun más potentes: es el mundo submicroscópico, al cual pertenecen los átomos. Tal vez en tu curso de Ciencias 2 conociste el desarrollo de algunos modelos para explicar cómo está hecha la materia. Vamos a recordar algunos de ellos. El pensador griego **Demócrito** (470-360 a. de C.) decía que la materia está formada por unidades indivisibles llamadas **átomos**.

El planteamiento de Demócrito sobre la estructura de la materia y la existencia de los átomos era filosófico, pues los estudiosos de aquel tiempo solo se lo imaginaban, pero no hacían experimentos para demostrar sus ideas.

**Aristóteles** (384-322 a. de C.) pensaba lo contrario que Demócrito y aseguraba que las cosas estaban formadas por **materia** y que no contenía espacios vacíos. Sus ideas prevalecieron durante más de 2000 años hasta que, en 1808, el científico inglés **John Dalton** (1766-1844) retomó las ideas de Demócrito y propuso que existía un punto en el cual ya no era posible dividir la materia y se obtenían partículas indivisibles: los átomos, que eran iguales para un mismo elemento [fig. 2.12].

Dalton también realizó experimentos que le permitieron calcular la **masa atómica** relativa de algunos elementos. Con su investigación, los átomos dejaron de ser solo ideas; se trataba de materia cuya masa se podía determinar.

Años después se plantearon otros modelos atómicos que demostraron que los átomos no son las partículas de materia más pequeñas como consideraba Dalton.

**John Joseph Thomson** (1856-1940) realizó muchos experimentos cuyos resultados lo llevaron a proponer, en 1897, la existencia de partículas diminutas con carga negativa en los átomos, a las que llamó **electrones**, y propuso un modelo atómico que consideraba el átomo como una esfera de materia cargada positivamente en cuyo interior estaban incrustados los electrones, de manera similar a un panqué con pasas.

El inglés **Ernest Rutherford** (1871-1937), a partir de los experimentos que realizó, dedujo que el átomo debía estar formado por un **núcleo** central con carga positiva, alrededor del cual giraban los electrones. También propuso la existencia del **protón**, partícula atómica con carga positiva, con una masa mucho mayor que la del electrón [cuadro 2.1].

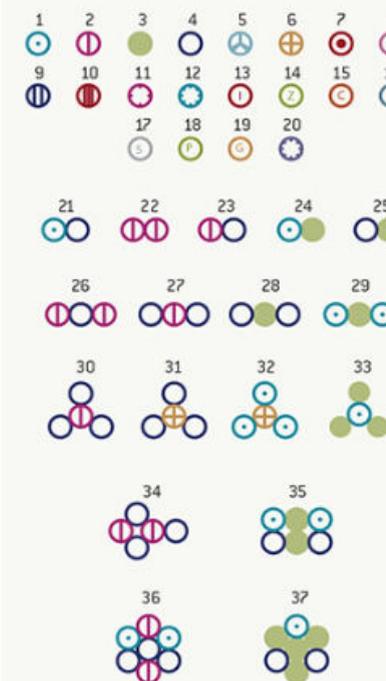
Cuadro 2.1. Masa de partículas propuestas por Rutherford

Partícula	Masa (g)
Protón	$1.67 \times 10^{-24}$
Electrón	$9.11 \times 10^{-28}$

En 1932, el físico inglés **James Chadwick** (1891-1974) descubrió una partícula nuclear sin carga con una masa semejante a la del protón y la denominó **neutrón**.

Puede resultar un poco complicado concebir que la materia esté constituida por partículas pequeñas, sobre todo porque los objetos y materiales que nos rodean dan la apariencia de que la materia que los forma es continua. Sin embargo, el conocimiento científico ha encontrado evidencias de que la materia está compuesta por partículas entre las cuales existe vacío, es decir, es **discontinua**.

#### Elementos



**Figura 2.12.** John Dalton utilizaba esferas para representar los átomos de elementos diferentes.

#### Glosario

##### masa atómica.

Es la masa media de un átomo de un elemento dada en gramos.

## Con ciencia

**Propósito:** Reflexionar sobre la discontinuidad de la materia.

**Materiales:**

- 1 botella de loción o de vinagre
- Tinta o colorante vegetal
- 1 gotero
- 1 vaso transparente
- 1 reloj con segundero
- 1/2 vaso de agua fría
- 1/2 vaso de agua caliente

**Procedimiento:**

- Abre las ventanas del salón.
- Elige a un compañero para que pase al frente del salón de clases y destape la botella de la loción o vinagre.
- El resto del grupo levantará la mano conforme perciba el olor.
- Registra en tu cuaderno el orden en que se detecta el olor en diferentes áreas del salón.
- Aparte, coloca el agua fría en el vaso transparente. Con el gotero deja caer con cuidado y lentamente una gota de tinta o de colorante vegetal.
- Observa y anota lo que sucede durante el primer minuto.
- Repite el procedimiento anterior con el agua caliente. Registra tus observaciones.

**Conclusiones:**

Ahora reúnete con tu equipo y pide la guía de tu profesor para realizar lo siguiente.

- Considerando la discontinuidad de la materia identifica el área donde se percibió primero el olor, ¿a qué lo atribuyes?
- Propón una explicación acerca de por qué la percepción del olor no fue simultánea entre todo el grupo.
- Comenta a qué atribuyes que el colorante se esparza de manera distinta tanto en el agua fría como en la caliente. Recuerda el modelo cinético de partículas que revisaste en Ciencias 2.

Responde con tus compañeros:

- ¿Qué sucedería si la materia no tuviera espacios entre las partículas que la forman?
- ¿Cómo se apreciarían el olor y el colorante?

## El modelo atómico de Bohr

Durante el siglo XX, los avances en el conocimiento de la estructura de la materia y el desarrollo tecnológico propiciaron el surgimiento de otros modelos atómicos como el propuesto por el físico danés **Niels Bohr** (1885-1962), en 1913, basándose en el modelo de su maestro y amigo Ernest Rutherford.

Además de su modelo atómico, Bohr realizó diversas aportaciones entre las que se encuentra el estudio sobre la estructura de los átomos y la radiación que surge de ellos, contribución que lo hizo merecedor del Premio Nobel de Física en 1922.

Bohr se dio a la tarea de estudiar e investigar por qué al calentar muestras de diferentes elementos, como el hidrógeno, cada uno emite siempre una luz de un color determinado. Para ello, analizó la energía, la longitud de onda y la frecuencia de las ondas de luz que emitía cada elemento.

Para explicar las observaciones que realizó al trabajar con el átomo de hidrógeno, Bohr propuso un **modelo planetario** en el cual los electrones se mueven alrededor del núcleo, la parte central del átomo, en regiones con un determinado valor de energía, de manera similar al movimiento de los planetas en órbitas alrededor del Sol. Cada región en la que se mueven los electrones tiene un determinado valor de energía (fig. 2.13).

Lo anterior significa que los electrones no pueden girar en cualquier lugar fuera del núcleo, sino que lo hacen en determinadas órbitas con un valor de energía dado.

Para explicar por qué emiten luz los elementos cuando se calientan, Bohr propuso que los electrones **absorben energía** y "saltan" de un nivel de menor energía a otro de mayor energía. Sin embargo, los electrones tienden a regresar al nivel original y cuando lo hacen, **liberan energía** en forma de luz (fig. 2.14).

Bohr también propuso que en cada nivel de energía se ubica un número determinado de electrones. Sin embargo, conforme se avanzó en el conocimiento de la estructura del átomo, dicho número se modificó y se propuso que en cada nivel de energía existen subniveles en los cuales se ubican los electrones. Esto último corresponde a un modelo atómico que no vamos a revisar en este libro.

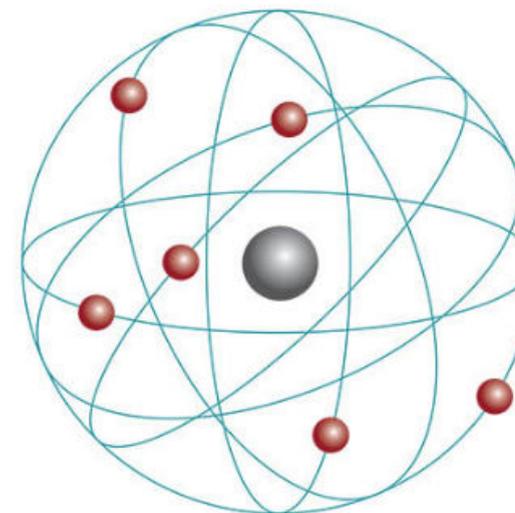
En la figura 2.15 se muestra la cantidad máxima de electrones que se pueden ubicar en cada nivel de energía, de acuerdo con el modelo de Bohr. En cada átomo se llenan primero las órbitas más cercanas al núcleo o de menor energía, y a las partículas que se encuentran allí se les conoce como **electrones internos**.

Conforme las órbitas internas se llenan adquieren una estructura estable, es decir, ya no se modifican y es muy difícil remover los electrones de ellas.

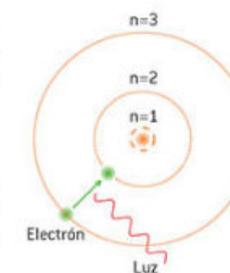
La órbita más alejada del núcleo, la de mayor energía, recibe el nombre de **capa de valencia** y los electrones ahí ubicados se denominan **electrones de valencia**. Cabe mencionar que los átomos de la mayoría de los elementos no tienen completa su capa de valencia, hecho que los vuelve inestables.

Para completar su capa de valencia con la máxima cantidad de electrones posible, los átomos de los elementos se unen entre sí y forman los compuestos. Al hacerlo pueden ganar, perder o compartir uno o más electrones de valencia, lo cual revisaremos más adelante.

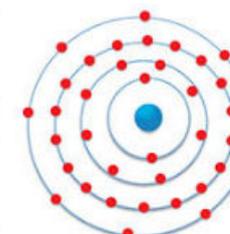
La propuesta de la existencia de los electrones de valencia sentó las bases para entender cómo se combinan los átomos, en especial la fuerza que los mantiene unidos conocida como **enlace químico**. Esto último ayuda a comprender la estructura de los materiales, como veremos en el siguiente subcontenido.



**Figura 2.13.** En el modelo de Bohr, la esfera central representa el núcleo (protones y neutrones), y las esferas que giran en órbitas a su alrededor, los electrones.



**Figura 2.14.** Cada elemento emite siempre el mismo color de luz cuando los electrones regresan a su órbita original. Esto permite su identificación.



**Figura 2.15.** Diagrama de Bohr con los 36 electrones del criptón [Kr].

## Con ciencia

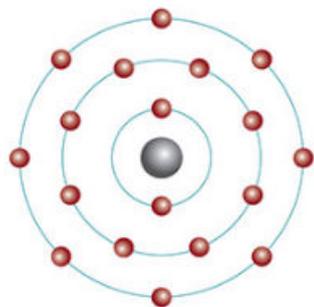


Figura 2.16. Argón en el modelo de Bohr. La esfera del centro representa el núcleo.

Para conocer la organización de los electrones realiza con tu equipo lo que se indica.

- Analiza la figura 2.16 que representa los electrones que giran en diferentes niveles de energía u órbitas alrededor del núcleo del elemento llamado argón (Ar).
- Cuenta la cantidad de electrones de cada órbita, de la interna (1ª) a la más alejada del "núcleo" (3ª) y anótala en tu cuaderno en un cuadro como el siguiente.

Órbita	1.ª	2.ª	3.ª
Cantidad de electrones			

- Anota en tu cuaderno el número total de electrones de un átomo de argón (Ar).
- En un átomo, la cantidad de electrones y protones es la misma; escribe, también en tu cuaderno, cuántos protones tiene un átomo de argón (Ar).
- Ahora observa los diagramas de Bohr de la figura 2.17, y elabora un cuadro en tu cuaderno con los encabezados mostrados más abajo, en el que incluyas todos los elementos mostrados y realiza lo que se indica.

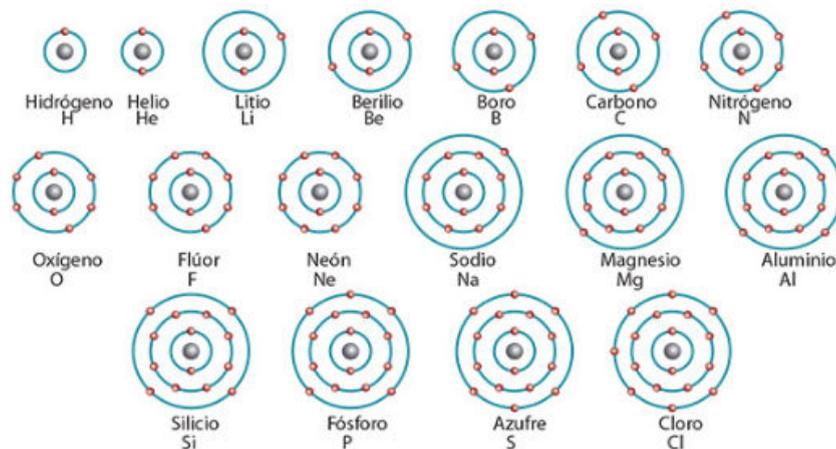


Figura 2.17. Los átomos de cada elemento tienen un número particular de electrones.

Nombre	Electrones totales	Cantidad de protones	Número de electrones en la capa de valencia

- En tu cuaderno, dibuja en grupos los elementos cuyo número de electrones en la órbita externa sea el mismo.
- Si un átomo de argón tiene la mayor cantidad de electrones posible en cada órbita, ¿qué elementos del cuadro que hiciste tienen completa su órbita externa?
- Indica la cantidad de electrones necesarios para completar la órbita externa de los elementos de cada grupo que formaste.
- Compara tus respuestas con el grupo y, con la orientación de tu maestro, comenta la utilidad de los diagramas de Bohr para representar la estructura de los átomos e identificar los electrones de valencia. Solicita a tu profesor que te evalúe.

© SANTILLANA

## Practica lo aprendido

Realiza el experimento con tu equipo o pide a tu maestro que lo haga frente al grupo.

**Propósito:** Identificar el color de la flama que producen diferentes metales.

**Materiales:**

- Lápiz de madera con centro de grafito
- 1 mechero
- 1 cúter o navaja
- 100 ml de disolución acuosa de ácido clorhídrico 1 M (HCl)
- 25 ml de disolución acuosa de sulfato de cobre (CuSO<sub>4</sub>)
- 25 ml de disoluciones acuosas concentradas de:
  - Cloruro de potasio (KCl)
  - Cloruro de litio (LiCl)
  - Cloruro de sodio (NaCl)
  - Cloruro de calcio (CaCl<sub>2</sub>)
  - Cloruro de estroncio (SrCl<sub>2</sub>)
  - Cloruro de bario (BaCl<sub>2</sub>)

Tengan en cuenta estas normas de seguridad durante el desarrollo de la actividad.

- Usen lentes de protección y eviten que las disoluciones acuosas tengan contacto con su piel.
- En caso de salpicadura, avisen a su maestro y enjuaguen de inmediato el área con agua abundante.



**Procedimiento:**

- Retiren con el cúter una porción de madera del lápiz de tal forma que quede descubierta parte de la barra de grafito.
- Enciendan el mechero y muevan el anillo hasta que obtengan una flama azul.
- Tomen el lápiz por el extremo que aún tiene madera y mojen la barra de grafito en la disolución de ácido clorhídrico (HCl). Después, calienten el grafito en el mechero.
- Introduzcan la barra en la disolución de cloruro de potasio (KCl) y llévenla a la flama. Anoten en su cuaderno lo que observen.
- Enjuaguen la barra en la disolución de ácido clorhídrico (HCl) y caliéntenla de nuevo para eliminar el resto de cloruro de potasio.
- Propongan una hipótesis sobre lo que sucederá al llevar a la flama el resto de las disoluciones.
- Hagan lo mismo para las demás disoluciones siguiendo el orden en que aparecen en la lista.
- Elaboren un cuadro en su cuaderno y anoten el color de la flama producido por los metales: potasio, litio, sodio, calcio, estroncio, bario y cobre.
- Propongan una explicación para el distinto color de la flama de cada sustancia.
- Al finalizar el experimento, laven muy bien sus manos y pregunten a su maestro la forma adecuada de desechar las disoluciones.

**Conclusiones:**

Con la guía de su maestro, y con base en el modelo atómico de Bohr, obtengan conclusiones con todo el grupo sobre lo ocurrido en el experimento.

## Cierre

### Conéctate

Si quieres saber un poco más sobre los átomos observa el video "El átomo" en "El mundo de la química", vol. 3, en El video en el aula. Acervo y usos didácticos de la videoteca escolar. Educación secundaria. SEP, México, 1996.

© SANTILLANA

## 2.2 Enlace químico

### Inicio



**Figura 2.18.** En las partituras musicales se utilizan símbolos para representar los componentes musicales de la obra, como las notas, la armadura de la clave, la tonalidad y la articulación.

### Aprendizajes esperados

#### El alumno:

- 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).

Durante un concierto de la Orquesta Sinfónica Nacional, Roberto observó que algunos de sus integrantes eran extranjeros. Le llamó la atención que, durante la ejecución de la obra, el director y los músicos seguían con la vista unos documentos con símbolos (fig. 2.18).

- ¿Por qué los músicos pueden interpretar las obras musicales aunque hablen distintos idiomas?
- ¿Qué ventaja tiene el uso de símbolos y fórmulas para representar tanto a los elementos como a los compuestos?
- ¿Qué tienen en común el lenguaje de la música y el de la química?

### Desarrollo

#### Estructuras de Lewis

Si tienes conocimientos de música o has tenido oportunidad de asistir o mirar por televisión un concierto de música clásica, es probable que hayas visto los símbolos que se utilizan en las partituras. Se trata de un lenguaje que pueden comprender músicos de cualquier parte del mundo, independientemente del idioma que hablen.

Algo similar ocurre en la química. Durante su desarrollo se ha construido un lenguaje que es interpretado por los estudiantes y profesionales de esta ciencia. Para comprenderlo hay que entender las bases sobre las cuales se ha levantado.

En 1916, **Gilbert Newton Lewis** (1875-1946) propuso una forma gráfica de representar los átomos y sus electrones de valencia. En su modelo, conocido como **estructura de Lewis** o **diagrama de puntos**, se escribe el símbolo del elemento y a su alrededor se dibujan puntos que representan los electrones de valencia, como se muestra en el cuadro 2.2.

Cuadro 2.2. Representaciones de Lewis de algunos elementos

Nombre	Hidrógeno (H)	Helio (He)	Litio (Li)	Berilio (Be)	Boro (B)
Electrones de valencia	1	2	1	2	3
Estructura de Lewis	H•	He••	Li•	Be••	B•••
Nombre	Carbono (C)	Nitrógeno (N)	Oxígeno (O)	Flúor (F)	Neón (Ne)
Electrones de valencia	4	5	6	7	8
Estructura de Lewis	•C••	•N••	•O••	•F••	•Ne••

### Conéctate

Si deseas conocer un poco más sobre los enlaces químicos puedes consultar este libro. Faustino Beltrán. *La culpa es de las moléculas*, Editorial Lumen, México, 2006. Libros del Rincón.

Los primeros cuatro electrones de valencia se colocan arriba, abajo, a la derecha y a la izquierda del símbolo del elemento. Si existen más de cuatro electrones de valencia se forman parejas con los anteriores. Por ejemplo, el hidrógeno (H) tiene un electrón de valencia, por lo que en la estructura de Lewis aparece solo un punto; en cambio, para el helio se colocan dos puntos juntos que representan los dos electrones que existen en su única órbita.

Entre 1868 y 1898 se descubrieron gases muy estables, es decir, no se unían o enlazaban con otros elementos para formar compuestos. Se denominaron **gases nobles** o **inertes**: helio (He), neón (Ne), argón (Ar), criptón (Kr), xenón (Xe) y radón (Rn). La estabilidad de los gases nobles se explicó por el hecho de que poseen ocho electrones de valencia, por lo cual tienen completa su capa externa, excepto el helio, que tiene dos (fig. 2.19).

Lo anterior llevó a proponer que los demás elementos se unen entre ellos para adquirir una configuración parecida a un gas noble, es decir, para completar su capa de valencia con ocho electrones. Esto se conoce como **regla del octeto**. Los átomos de hidrógeno y de helio son una excepción de esta regla, pues completan su única capa con dos electrones.

Lewis propuso que cuando algunos átomos se unen, comparten un par de electrones de valencia (uno de cada átomo). Por ejemplo, el átomo de hidrógeno tiene solo un electrón de valencia y le falta otro para que se forme el enlace. Una forma de hacerlo es mediante la unión con otro átomo de hidrógeno:



Los dos puntos representan el par de electrones compartidos. Otra manera de representarlos es mediante una línea entre los símbolos. Cuando los átomos se unen y comparten pares de electrones se forman las **moléculas**, que son partículas constituidas por un átomo o más, de un mismo elemento o de diferentes. En el caso del hidrógeno, la molécula está constituida por dos átomos.

Cuando dos átomos se unen compartiendo un par de electrones, se forma lo que conocemos como **enlace covalente sencillo**, como el de la molécula de hidrógeno.

Revisemos otro ejemplo. Un átomo de cloro tiene siete electrones de valencia, por lo que le falta un electrón para cumplir con la regla del octeto. Una manera de cumplirla es mediante la unión de dos átomos de cloro que comparten un par de electrones:



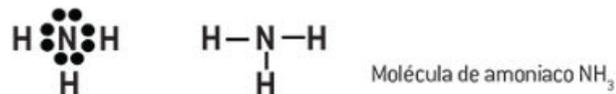
También existen moléculas de compuestos formadas por la unión de dos o más elementos diferentes. Tal es el caso de la molécula de amoníaco (fig. 2.20) constituida por un átomo de nitrógeno y tres átomos de hidrógeno:



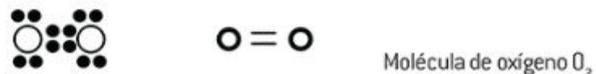
**Figura 2.19.** El helio es un gas noble que, entre otras cosas, se emplea en los globos de regalo.



**Figura 2.20.** El amoníaco y otros compuestos nitrogenados se utilizan como fertilizantes agrícolas.



En algunos casos se forma un **enlace covalente doble**, es decir, se comparten cuatro electrones entre los átomos, como cuando se unen dos átomos de oxígeno para formar una molécula de oxígeno, un gas que forma parte del aire:



En otros casos, los átomos se unen mediante un **enlace covalente triple** en el que participan seis electrones, como en la molécula de nitrógeno:



## Con ciencia

Para familiarizarte con las estructuras de Lewis reúnete con tu equipo y dibuja en fichas de trabajo las estructuras de Lewis de los elementos que se muestran en los cuadros 2.3 y 2.2.

Cuadro 2.3. Algunos ejemplos de elementos y sus electrones de valencia

Nombre	Sodio [Na]	Magnesio [Mg]	Aluminio [Al]	Silicio [Si]	Fósforo [P]	Azufre [S]	Cloro [Cl]
Electrones de valencia	1	2	3	4	5	6	7

- Dibujen las estructuras de Lewis de estas moléculas. Utilicen como base los diagramas de sus tarjetas.
  - Fluoruro de hidrógeno, formado por hidrógeno y flúor.
  - Agua, formada por dos átomos de hidrógeno y uno oxígeno.
  - Dióxido de carbono, formado por un átomo de carbono y dos átomos de oxígeno. Entre el átomo de carbono y cada átomo de oxígeno se forma un doble enlace.
  - Cianuro de hidrógeno, formado por hidrógeno, carbono y nitrógeno. El carbono está unido al nitrógeno con un enlace triple.

## Conéctate

Busca en la videoteca escolar estos videos y pide a tu profesor que los exhiba para todo el grupo. Anota en tu cuaderno lo que te parezca relevante.

- Modelos de lo desconocido*. Col. El mundo de la Química. Vol. II.
- El átomo*. Col. El mundo de la Química. Vol. III.

## Representación química de elementos, moléculas, átomos, iones

Los **elementos** se representan con símbolos integrados por una o dos letras de su nombre, en español u otra lengua. El símbolo también representa a un átomo de ese elemento. Por ejemplo, F se interpreta como el elemento flúor o su propio átomo.

Para representar las **moléculas** se utiliza el símbolo del elemento y, a la derecha, se coloca como subíndice un número que indica la cantidad de átomos que la forman. Por ejemplo:



También existen moléculas de compuestos formadas por elementos distintos, como el alcohol etílico constituido por dos átomos de carbono (C), seis átomos de hidrógeno (H) y un átomo de oxígeno (O): C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH.

## Los átomos

Hemos mencionado que en los átomos existen dos zonas: el núcleo, donde se ubican los protones (p<sup>+</sup>) y los neutrones (n), y en el área en la que se encuentran los electrones (e<sup>-</sup>) que están fuera del núcleo y giran a su alrededor.

Cada elemento tiene una cantidad de protones que lo distingue de los demás. Es decir, no existen átomos de elementos diferentes con la misma cantidad de protones. El átomo de hidrógeno tiene un protón; el del carbono, cuatro, y el del oxígeno, ocho. En el lenguaje de la química, la cantidad de protones se denomina **número atómico** y se representa con la letra **Z**.

El número atómico de un elemento nos indica la cantidad de electrones que tiene. El átomo de oxígeno, Z = 8, por tanto, está formado por ocho protones y ocho electrones.

La cantidad de neutrones puede ser diferente para átomos de un mismo elemento. La mayoría de los átomos de hidrógeno solo tiene un protón en su núcleo y un electrón, pero se han encontrado algunos átomos de hidrógeno con uno y dos neutrones en su núcleo.

Los átomos de un mismo elemento con distinta cantidad de neutrones se llaman isótopos. Para distinguir los **isótopos** de un elemento, es útil el **número de masa**, que indica la cantidad de protones y de neutrones presentes en el núcleo. El número de masa se representa con la letra **A**.

$$A = \text{cantidad de protones} + \text{cantidad de neutrones}$$

$$A = \text{número atómico} + \text{cantidad de neutrones}$$

$$A = Z + \text{cantidad de neutrones}$$

Los **átomos** de los elementos se representan de esta manera:



Donde **X** es el símbolo del elemento, **Z** es el número atómico y **A** es el número de masa. Por ejemplo, los isótopos del carbono se representan como:



## Para saber más

Algunos isótopos emiten radiaciones de alta frecuencia, como las que estudiaste en Ciencias 2, lo cual se aprovecha para el diagnóstico y tratamiento de enfermedades:

- Arsénico-74: localización de tumores cerebrales.
- Cobalto-60: tratamiento de ciertos tipos de cáncer.
- Fósforo-32: detección de cáncer en la piel.
- Yodo-131: mal funcionamiento de la tiroides.

## Conéctate

Para conocer más sobre el tema tratado en esta página observa este video: "Fuerzas fundamentales" en "El mundo de la química", vol. 7, en *El video en el aula. Acervo y usos didácticos de la videoteca escolar. Educación secundaria*. SEP, México, 1996.

Otro modo de referirse a los isótopos consiste en colocar su número de masa después del nombre: carbono-12, carbono-13 y carbono-14 (fig. 2.21).

Solo los isótopos de hidrógeno tienen un nombre específico. Los que llevan un neutrón reciben el nombre de deuterio (D) y los que tienen dos neutrones se llaman tritio (T).

## Con ciencia



Figura 2.21. El carbono-14 se utiliza para estimar la edad de los restos arqueológicos.

Para familiarizarte con la representación de las moléculas, escribe en tu cuaderno la que corresponde a estas moléculas.

- Ozono: 3 átomos de oxígeno (O)
- Azufre: 8 átomos de azufre (S)
- Dióxido de carbono: 1 átomo de carbono (C) y dos átomos de oxígeno.
- Indica la cantidad de átomos de cada elemento que forman estas moléculas:  $\text{NH}_3$  (amoníaco),  $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$  (ácido acético) y  $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$  (acetona).

Reúnete con tu equipo y, con base en los átomos que se presentan, elabora en tu cuaderno un cuadro con su número atómico, cantidad de electrones, número de masa y cantidad de neutrones.



- Compara tus respuestas con las del grupo y reflexiona: cuál de los valores de la representación de los átomos permite identificar el elemento y cuál es el valor que permite diferenciar los isótopos de un mismo elemento.

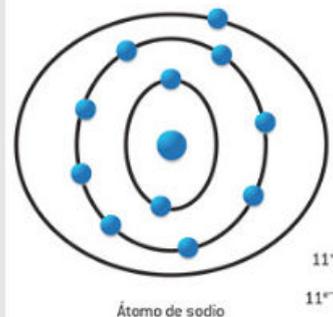


Figura 2.22. En el modelo de Bohr, los electrones se distribuyen en niveles, a determinada distancia del núcleo.

## Los iones (aniones y cationes)

Hemos mencionado que los electrones son las partículas que intervienen cuando los átomos se unen y que algunos elementos, al hacerlo, los comparten.

Cuando esto sucede, adquieren una cantidad de electrones de valencia similar a la de los gases nobles. Sin embargo, cuando ciertos elementos se unen, tienden a **ceder electrones** y otros a **aceptarlos**, lo cual permite que cumplan con la regla del octeto. Veamos algunos ejemplos para los cuales emplearemos los diagramas de Bohr (fig. 2.22).

El número atómico del sodio es 11, con lo cual sabemos que tiene once protones y once electrones. Sin embargo, solo tiene un electrón de valencia.

Cuando el átomo de sodio se une con átomos de otros elementos, como el cloro, cede su electrón de valencia y se forma un ion de sodio. Al ceder el electrón, su capa externa tiene ahora ocho electrones, de este modo cumple con la regla del octeto y el ion de sodio es estable (fig. 2.23).

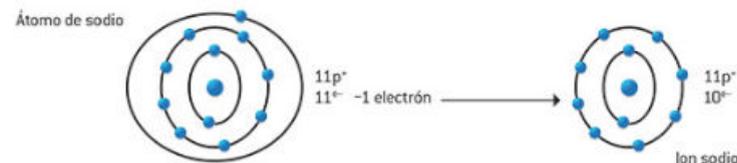
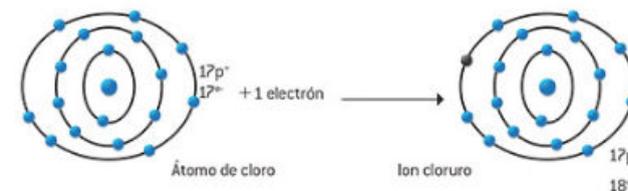


Figura 2.23. Formación del ion sodio después de que el sodio cede un electrón al unirse con otros átomos.

En el ion sodio se conserva la cantidad de protones (11), pero tiene un electrón menos (10), por lo que adquiere una carga positiva (+). El ion sodio se representa como  $\text{Na}^+$ . Cuando los átomos ceden o aceptan electrones se forman los **iones**.



Al ceder electrones, los iones adquieren carga positiva y se denominan **cationes**. El ion sodio es un catión. Algunos átomos aceptan electrones, como los del cloro con número atómico 17 (17 protones y 17 electrones), al cual le falta un electrón para completar ocho electrones en su órbita externa (fig. 2.24).

Al aceptar un electrón, el átomo de cloro cuenta con diecisiete protones y dieciocho electrones. Como tiene un electrón adicional, adquiere una carga negativa y se representa como  $\text{Cl}^-$ . Los iones con carga negativa se conocen como **aniones**; para nombrarlos se añade el sufijo **-uro** al nombre del elemento: sulfuro, bromuro, yoduro y fluoruro. Una excepción es el oxígeno, cuyo ion se denomina óxido.

Algunos átomos aceptan más de un electrón para completar su órbita externa y se indica con un superíndice la cantidad de electrones aceptados seguido del signo menos (-). Por ejemplo:  $\text{S}^{2-}$ . Otros átomos tienden a ceder más de un electrón; en tal caso, el superíndice indica la cantidad de electrones cedidos y va con del signo más (+). Por ejemplo,  $\text{Al}^{3+}$ .

Figura 2.24. Representación con un diagrama de Bohr de la manera en que un átomo de cloro se transforma en cloruro al aceptar un electrón.

## Con ciencia

Para identificar cationes y aniones, utiliza con tu equipo las tarjetas de las estructuras de Lewis que elaboraste. Realicen lo que se pide.

- Localicen los átomos de los elementos que suelen ceder uno, dos y tres electrones.
- Repitan lo anterior para identificar los átomos de los elementos que tienden a aceptar uno y dos electrones, respectivamente.
- Escriban la representación de los iones de todos los elementos anteriores.
- Contesten en su cuaderno y comparen sus respuestas con las de otros equipos. Con base en sus resultados obtengan conclusiones.
  - ¿Cuál es el motivo de que los átomos cedan o acepten electrones?
  - ¿Por qué los átomos que ganan o pierden electrones adquieren estabilidad?

## Practica lo aprendido

Propón a tu maestro organizar un concurso sobre este subcontenido. Cada equipo deberá plantear preguntas que serán contestadas por los demás. Por ejemplo:

- ¿Qué representan las estructuras de Lewis de los elementos?
- ¿Cómo se puede inferir si un elemento es estable?
- ¿Qué estructura de Lewis forman los elementos carbono e hidrógeno?
- ¿Qué diferencia existe entre un enlace sencillo, uno doble y uno triple?
- Al término, con la guía del maestro, comenta en grupo la importancia de las aportaciones de Lewis, así como de la representación de elementos, moléculas, átomos y iones. Solicita al profesor que te evalúe.

## Cierre

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

## 3.1 Propiedades de los metales

### Inicio

#### Aprendizaje esperado

##### El alumno:

- Identifica algunas propiedades de los metales (maleabilidad, ductilidad, brillo, conductividad térmica y eléctrica) y las relaciona con diferentes aplicaciones tecnológicas.

*En casa de Roberto hay apagadores que tienen una perilla para controlar la intensidad de la luz. Daniel se dio cuenta e investigó sobre el tema. Encontró que algunos aparatos eléctricos poseen palancas deslizables o perillas con las que se controla la intensidad de corriente, lo cual tiene efecto en funciones como el volumen del audio, el calor de la resistencia de la plancha, el nivel de enfriamiento del refrigerador o la intensidad de la luz de una lámpara. Estos dispositivos están hechos de plástico en su parte externa, pero en su interior tienen piezas de cobre, zinc, carbón o hierro, entre otros elementos.*

- ¿Por qué la parte externa del dispositivo es de plástico y no de metales?
- ¿Los materiales descritos tienen las mismas propiedades eléctricas y térmicas? ¿Por qué?
- ¿Qué propiedad tomarías en cuenta de un metal que elijas para hacer una reja?

### Desarrollo

#### Un poco de historia



**Figura 2.25.** La era de los metales marcó un cambio significativo en la historia de la humanidad.

Imagina un mundo sin metales. Piensa cómo podrías cortar un coco o un pedazo de carne. Los metales tienen características de gran utilidad que fueron aprovechadas por nuestros antepasados unos cuatro mil años antes de nuestra era. Los descubrimientos arqueológicos muestran que se comenzaron a combinar materiales como la madera, el marfil o la piedra, con metales que eran deformados al ser calentados al fuego y luego golpeados con martillos de piedra amarrados a palos de madera.

El hecho de que la mayoría de los metales presentes en la Naturaleza se encuentran en estado sólido, excepto el mercurio y el galio, que son líquidos a temperatura ambiente, favoreció que los seres humanos fabricaran herramientas para la cacería como hachas, puntas de flecha, cuchillos (fig. 2.25), así como piezas ornamentales para usar en los rituales o mostrar jerarquía social (petos, orejeras, anillos) y utensilios para comer y beber.

A medida que se fueron estableciendo los asentamientos humanos que dieron origen a las primeras civilizaciones, las piezas metálicas fueron perfeccionándose hasta lograr verdaderas obras de arte que podemos encontrar en diferentes culturas, como las que se desarrollaron en nuestro continente americano.

En el bloque 1 estudiaste que las propiedades extensivas son también **propiedades generales** de toda materia, entre ellas se encuentran la masa, el volumen, el peso o la inercia. La ebullición, el brillo y la resistencia, entre muchas otras, se denominan **propiedades específicas**; un conjunto de ellas nos da la posibilidad de distinguir unos materiales de otros.

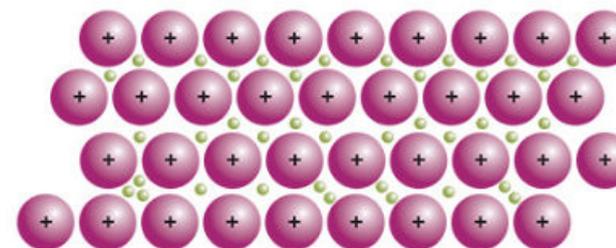
### Los metales y sus características

Probablemente has observado propiedades que caracterizan a los metales, como el color y el brillo (fig. 2.26). Sin embargo, el color de un metal puede cambiar cuando se pulveriza. Por ejemplo, la plata y el hierro son de color gris brillante, pero cuando se hacen polvo su apariencia da un color negro. El polvo de oro adquiere una tonalidad violeta y no amarilla como la que conocemos en las piezas de joyería.

Los metales tienen algunas características comunes pero también diferentes grados de ellas. Algo que distingue físicamente a los metales de otros materiales es su capacidad para adquirir brillo cuando son pulidos. El **brillo** es el reflejo de la luz visible sobre una superficie, y aunque los metales presentan diferentes grados de brillo una vez que son pulidos, todos ellos reflejan una buena parte de la luz que reciben, aun en metales líquidos como el mercurio.

La **tenacidad** es otra propiedad de los metales que se refiere a su resistencia a deformarse o romperse. Los metales con mayor tenacidad se utilizan en la elaboración de maquinaria y en la industria de la construcción.

Los metales pueden deformarse sin romperse por la acción de una fuerza y formar hilos o alambres. A esta propiedad se le conoce como **ductilidad** y se relaciona con la disposición de los átomos que los constituyen (fig. 2.27).



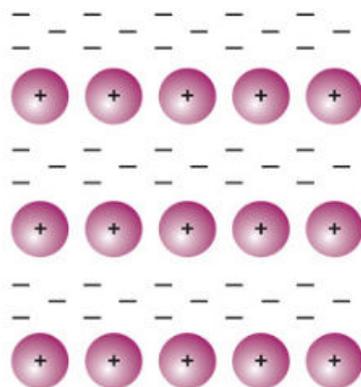
**Figura 2.26.** Es común referirse a la brillantez de un objeto como "brillo metálico".

**Figura 2.27.** Se considera que los átomos de los metales liberan sus electrones de valencia y se forman iones positivos. Los electrones liberados no se encuentran en un ion determinado, sino que se mueven entre ellos.

Cuando se aplica presión externa sobre un metal, los cationes se desplazan unos sobre otros longitudinalmente debido a la capa de electrones que los separa, lo que explica por qué es posible estirar un alambre sin que se rompa, aunque sea deformado significativamente. Los elementos metálicos más dúctiles son: oro, plata, cobre, hierro, plomo y aluminio.

Otra propiedad de los metales relacionada con la aplicación de fuerzas es la **maleabilidad**, que se refiere a la capacidad para deformarse sin romperse, por estiramiento, presión continua o martillado hasta formar placas o láminas delgadas. Tomando el oro como base, se ordena a los metales según su maleabilidad, donde el número 1 corresponde al elemento metálico más maleable y el número 10 al menos maleable.

1 Oro	3 Cobre	5 Estaño	7 Plomo	9 Hierro
2 Plata	4 Aluminio	6 Platino	8 Zinc	10 Níquel



Otra característica sumamente apreciada de los metales es su **conductividad eléctrica**, es decir, la capacidad para conducir cargas eléctricas a lo largo del material.

En los metales, los electrones más alejados del núcleo atómico pueden desplazarse con mucha facilidad; estos se llaman **electrones de conducción**, pues realizan la conducción eléctrica (fig. 2.28). Estas cargas móviles son responsables de la conducción eléctrica en los sólidos, aunque en soluciones electrolíticas, como las que abordaremos en el bloque 4.

La conductividad eléctrica es máxima en el estado de pureza, y va disminuyendo a medida que los materiales contienen otros elementos, como el fósforo y el aluminio en el cobre.

**Figura 2.28.** Los electrones de conducción (-) se mueven libremente entre los iones metálicos y realizan el "transporte" de energía.

La plata tiene la conductividad eléctrica más alta entre todos los metales, seguida del cobre y el aluminio. Si bien el oro es también un excelente conductor eléctrico, los cables eléctricos más comunes son de cobre y zinc para abatir costos. Como la mayoría de los elementos metálicos que estudiarás más adelante, los metales aumentan su resistencia eléctrica con la temperatura. Dicho de otra manera: a menor temperatura, mayor conductividad.

Por otra parte, los metales se caracterizan por ser magníficos conductores del calor, es decir, poseen **conductividad térmica**, especialmente si se encuentran secos y a una temperatura ambiental de 20 °C. La conductividad térmica depende del medio, en el cual existe una relación entre la velocidad de pérdida de calor por unidad de área con la velocidad de cambio de la temperatura. Esto significa que la transferencia de energía térmica entre dos metales o dentro del mismo metal será más rápida si el medio produce grandes cambios de temperatura en poco tiempo.

## Con ciencia

### 1. Las propiedades de los metales

**Propósito:** Comparar algunas propiedades de los metales con otros materiales.

**Material:**

- 4 piezas diversas de metal (lata, alambre, laminilla, tapadera, etcétera.)
- 1 lápiz
- 1 regla de plástico
- 1 puntilla de lápiz (grafito)
- 1 cucharada grande de vinagre
- 1 trapo
- 1 pinzas de punta.

**Procedimiento:**

- Elabora con tu equipo dos hipótesis con base en estas preguntas.
  - ¿Cuáles de los objetos pueden deformarse más sin romperse?
  - ¿Qué objetos adquirirán más brillo después de pulirse?
- Sobre una superficie dura y con el debido cuidado para no lastimarte, aplica diferentes fuerzas sobre cada uno de los objetos de diferente material: dóblalos, estíralos y aplástalos. Puedes ayudarte con las pinzas.

- Moja el trapo con una cucharada de vinagre y pule vigorosamente cada uno de los objetos hasta sacar el mayor brillo posible.
- Elabora un cuadro de observaciones en tu cuaderno donde registres las propiedades de cada objeto. Toma estos encabezados como modelo.

Objeto	Capacidad de deformación	Brillo	Color
--------	--------------------------	--------	-------

- Evalúa los objetos de acuerdo con las propiedades observadas.
- Escribe un número del 1 al 3 para evaluar la capacidad de deformación sin romperse, donde 1 corresponde al objeto que se rompe al aplicarle una fuerza y 3 al que más se deforma sin romperse.
- Ahora otorga un 1 al cuerpo menos brillante y un 3 al más brillante.

**Conclusiones:**

- Con la ayuda de tu profesor, comparte tus resultados con el resto del grupo y dialoga con tus compañeros acerca de las semejanzas y diferencias encontradas.
- Escribe una conclusión respecto de las propiedades que distinguen a los metales.

### 2. La conductividad térmica y eléctrica de los metales

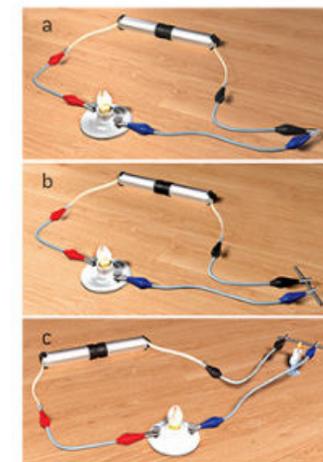
**Propósito:** Identificar la conductividad térmica y eléctrica en algunos metales.

**Material:**

- Pedazos de alambre de hierro, zinc y cobre
- 1 liga de hule
- 1 puntilla de lápiz (grafito)
- 2 pilas de 1.5 V
- Cinta de aislar
- 1 pedazo de cable telefónico
- 1 foco de 2.5 V (de linterna)
- 1 base para el foco (socket)
- 3 cables con caimán
- 1 vela con candelero
- 1 pinzas de corte
- 1 pinzas de punta

**Procedimiento:**

- Predice con tu equipo lo que sucederá contestando estas preguntas en tu cuaderno.
  - ¿Cuál material es el mejor conductor eléctrico?
  - ¿Cuál material conduce mejor el calor?
- Une las pilas en serie con la cinta de aislar, una detrás de la otra.
- Corta dos pedazos de cable telefónico y quita el plástico de sus extremos con las pinzas.
- Pega los cables con cinta de aislar a los polos de las pilas en serie.
- Arma un circuito simple conectando los caimanes en ambos tornillos de la base para el foco o socket.
- Verifica que el foco encienda (fig. 2.29a).
- Desliza el caimán sobre cada uno de los materiales de prueba y observa la luminosidad del foco (fig. 2.29b). ¿Ha cambiado? Registra tus observaciones.
- Sujeta con un caimán uno de los materiales de prueba y caliéntalo con la llama de la vela por treinta segundos. Observa y registra la luminosidad del foco (fig. 2.29c).
- Desliza el caimán sobre este material que acabas de calentar y registra lo que sucede.



**Figura 2.29.** Durante el experimento, revisa que los dispositivos armados sean similares a los que se muestran.

### Para saber más

El trabajo de los artesanos mexicanos con el oro se remonta a la época prehispánica y existen vestigios en las culturas tolteca, purépecha, mixteco-zapoteca y mexicana. Por su belleza y color, los aztecas consideraban al oro como símbolo del Sol y lo llamaban *teocuitlatl*, que significa "excremento de los dioses".

- Repite los dos últimos pasos para los demás materiales de prueba y anota en tu cuaderno lo que observas.
- Para que tengas más claro lo que sucedió, elabora un cuadro en tu cuaderno con estos encabezados donde registres lo observado con cada material de prueba.

Material de prueba	Es un conductor eléctrico variable a lo largo del material	Es un conductor eléctrico a temperatura ambiente	Es un conductor eléctrico a alta temperatura	Es un aislante eléctrico a temperatura ambiente	Se funde/se quema al calentarlo con la vela
--------------------	--	--	--	---	---

- Compara tus predicciones sobre las propiedades de los materiales con los datos que obtuviste. ¿Fueron correctas?

#### Conclusiones:

- Responde:
  - ¿Cuáles materiales del experimento tienen propiedades similares entre sí?
  - ¿Hay diferencias en la luminosidad del foco al deslizar el caimán sobre la superficie de todos los materiales de prueba? ¿A qué consideras que se debe?
  - ¿Cuál es el efecto eléctrico al calentar el grafito? ¿Es un conductor estable?
  - Con base en lo sucedido con la vela, ¿cuál de los materiales es el mejor conductor térmico y cuál es el mejor conductor eléctrico?
- Comenta los resultados del experimento con el grupo y en equipo elabora tus conclusiones; para ello te sugerimos que reflexiones sobre esto:
  - ¿Cuáles de los materiales usados en el experimento son buenos conductores en condiciones estables de temperatura y cuáles no?
  - Algunos fabricantes usan grafito en los **reóstatos** de los aparatos, pero cables de cobre o zinc en sus circuitos internos, ¿a qué se debe?

### Glosario

#### reóstato.

Parte de un circuito eléctrico que se utiliza para modificar los niveles de la corriente eléctrica.

## Los metales y el desarrollo tecnológico

El cobre, la plata y el oro parecen ser los primeros metales empleados de los que se tenga registro. Se sabe que en Sumeria y en Egipto se fundían estos metales y había aleaciones de bronce (combinación de cobre y estaño) para hacer armas, escudos y ollas.

Las culturas prehispánicas de nuestro país utilizaron el oro y la plata para adornos y joyas; el cobre para elaborar monedas, cascabeles y adornos. En Tenochtitlán se encontraron aleaciones de plomo y en el cenote de Chichén Itzá se extrajeron algunos objetos de estaño. Existen evidencias de que conocían el hierro presente en meteoritos, pero no lo utilizaban.

La demanda de metales siempre ha estado vinculada con sus propiedades. En la actualidad su uso ha crecido y es difícil imaginarse en qué ámbito de la actividad humana no se emplean los metales: monedas, vivienda, transporte, suministro de energía, producción y conservación de alimentos, comunicaciones, salud y entretenimiento.

También se utilizan en la construcción de edificios, por ejemplo, en varillas de acero o hierro para la estructura; láminas de hierro para las puertas de acceso; aluminio para los marcos de las ventanas, llaves de estaño para los lavamanos y regaderas, así como cobre para algunas instalaciones de agua y de gas.

Con el aluminio se fabrican alambres, algunas piezas de motores de combustión, papel y utensilios de cocina, entre otras aplicaciones. El estaño y el plomo son los materiales más utilizados en las soldaduras.

En relación con la medicina está el llamado platocianuro de bario, un compuesto que contiene platino. Este llamó la atención de **Wilhelm Röntgen** (1845-1923) al brillar en presencia de rayos X dentro de su laboratorio a finales del siglo XIX. Los experimentos de Röntgen con este compuesto al impregnar placas fotográficas de diversos objetos fundaron la radiología, que se aplicó a la medicina y luego a otras áreas, como la arqueología y las artes plásticas.



Figura 2.30. La investigación con los superconductores ha hecho posible el avance tecnológico, que se muestra en el desarrollo de trenes más veloces, como el tren de levitación magnética o Maglev.

Las aleaciones de magnesio y aluminio son muy ligeras y algunas muy resistentes lo que se aprovecha en la elaboración de algunas piezas para automóviles, aviones, latas de refrescos, bicicletas y raquetas de tenis. El bronce es una aleación de cobre y estaño que se utiliza en algunas esculturas, en herramientas, en la acuñación de monedas y medallas olímpicas.

Por otra parte, existen materiales llamados **superconductores**, que son compuestos metálicos, como el trióxido de titanio, que no presentan resistencia eléctrica ni disipación por calor en ciertas condiciones; por este motivo, cada vez más son utilizados para la telefonía móvil, los filtros de radiofrecuencia y microondas, y numerosos circuitos digitales. Los imanes superconductores han hecho posible la construcción de trenes de levitación magnética (que no tienen contacto con el piso) que recorren 30 kilómetros en poco más de siete minutos a una velocidad de 431 km/h (fig. 2.30).

### Practica lo aprendido

Elabora en equipo un **folleto** sobre las propiedades macroscópicas de los metales y su aprovechamiento en diferentes aplicaciones tecnológicas. Considera:

- ¿Qué propiedades de los metales se aprovechan para fabricar cinco productos de uso cotidiano?
  - ¿Cuáles son los metales más adecuados para fabricar controles deslizables en los aparatos electrodomésticos?
  - Recomendaciones para el buen funcionamiento de un control deslizable, tomando en cuenta factores como la temperatura ambiental y la conductividad térmica del material que forma al control.
  - Si fueras un fabricante de cables eléctricos, ¿qué recomendarías a tus clientes si vivieran en climas muy fríos o muy calurosos?
- 
- Puedes encontrar manuales en las páginas electrónicas de los fabricantes.
  - Con la guía de tu profesor acuerda en grupo el formato que tendrá el folleto, elijan el material necesario para su producción y el tiempo que se destinará a su elaboración.
  - Pregunta a tu profesor cómo se presentarán los folletos.
  - Puedes tomar fotografías, incluir recortes de revistas o fotos de Internet del aparato que describirás en el folleto. Recuerda cuidar la redacción del texto.
  - Revisa los folletos de tus compañeros y realiza una crítica constructiva de los trabajos.
  - Solicita a tu profesor que te evalúe.

### Cierre

## 3.2. Toma de decisiones relacionada con rechazo, reducción, reuso y reciclado de metales

### Inicio

#### Aprendizaje esperado

##### El alumno:

- Identifica en su comunidad aquellos productos elaborados con diferentes metales (cobre, aluminio, plomo, hierro), con el fin de tomar decisiones para promover su rechazo, reducción, reuso y reciclado.

*Alicia fue con su hermano Daniel a comprar algunas cosas para surtir la despensa. En su lista de compras había alimentos frescos como legumbres, fruta, queso y otros productos empacados, como papel aluminio, leche en polvo y café. También adquirieron jugos, atún y conservas en lata, así como rastrillos para afeitarse, una caja de grapas metálicas, unas pilas y un paquete de lápices.*

*Al llegar a la caja sacaron las mercancías del carrito de metal y las pusieron en la banda. De la cartera extrajeron los billetes y las monedas para pagar. Mientras caminaban a casa, se tomaron un refresco en lata e hicieron varias reflexiones.*

- ¿De dónde vienen y a dónde van a parar los metales que sirven de empaque a los productos que acabamos de comprar, como esta lata?
- ¿Cuántos envases de metal contienen los productos que empleamos a diario?
- ¿Cómo podemos contribuir a reciclar estos metales y generar menos basura en casa?

### Desarrollo

#### Un día cualquiera

Piensa en un día cualquiera de tu vida o de tus compañeros. Suena el despertador, te diriges al baño, te cepillas los dientes con una pasta dental y te miras en el espejo, que tiene una recubierta metálica que refleja la luz y permite que veas tu imagen. Luego abres las llaves metálicas de la regadera y te bañas. Cuando terminas de vestirte y peinarte con un cepillo de cerdas metálicas, vas a desayunar.

En la cocina enciendes la estufa para poner a calentar una cacerola de acero y viertes un poco del aceite que está en un frasco. Luego rompes un cascarón y echas con cuidado un huevo sobre la sartén colocada sobre el quemador metálico de la estufa. ¡Ah! Olvidaste sacar del refrigerador (de cubierta y motor metálicos) una lata del jugo que tomaste ayer. También preparas un sándwich para el recreo: tomas un par de panes de una bolsa de plástico cerrada con un pequeño alambre, pones dos rebanadas de jamón y agregas unos chiles provenientes de una lata que has abierto con un abrelatas de hierro, ¡qué delicia!

Esta es una descripción imaginaria de la primera hora de actividad de un día cualquiera en el que antes de salir de casa para la escuela has estado en contacto con diferentes materiales de metal, de cartón, de plástico y de vidrio, entre otros. Este ejemplo resulta útil para reflexionar acerca de todos los recursos naturales que utilizamos ahora en relación con la insignificante cantidad que nuestros ancestros empleaban para realizar sus actividades básicas, considerando que en los inicios de la humanidad había una enorme disponibilidad de recursos en el planeta (fig. 2.31).

**Figura 2.31.** Los metales son valiosos para la humanidad, pero son recursos no renovables que algún día se terminarán.



Con el paso del tiempo, nuestra especie, aprendió muchas cosas: la metalurgia, la agricultura, la ganadería, la **silvicultura**, la fabricación de máquinas y de diversos productos tecnológicos. Pero el crecimiento de la población, de sus necesidades y en especial de la cultura de consumo-desecho han tenido consecuencias muy graves.

Un ejemplo es la cantidad de desechos sólidos en el empaque de la comida: los alimentos para llevar se entregan en una caja de unicel, los líquidos en recipientes de plástico, con popotes y tapa de plástico; se dan cubiertos de plástico y se mete todo en una bolsa de plástico o de papel. El volumen y la masa de estos desechos sólidos representan una cantidad considerable del total de la basura de un restaurante.

Por fortuna, en otros establecimientos el empaque de los alimentos se ha reducido al mínimo y algunos desechos pueden recuperarse mediante el proceso de reciclado, si se separan adecuadamente. Las latas aluminio de los refrescos y las de hojalata de algunos alimentos enlatados, un material formado por lámina de acero recubierta con estaño, pueden recuperarse para hacer láminas y fabricar nuevamente latas o, bien, algunos materiales de construcción.

Otros metales se dispersan en el ambiente y es muy complicado reunirlos de nuevo. Es el caso de las pilas que se tiran a la basura, pues contaminan con mercurio el agua y el suelo; al entrar en contacto con este metal, muchos animales sufren efectos tóxicos, mueren con el tiempo y sus crías presentan malformaciones. Esta situación tiene impacto en la salud de los humanos que consumimos los animales. Es importante no tirar las pilas a la basura, sino colocarlas en recipientes usados hasta reunir una buena cantidad y llevarlas a los centros de acopio (fig. 2.32).

Los problemas relacionados con los desechos metálicos y no metálicos son muchos y siguen incrementándose. Cada vez es más difícil tirar la basura en los rellenos sanitarios, ya que están al tope. Ante estas circunstancias necesitamos hacer la diferencia y producir menos basura. Por ahora, enfoquemos nuestra atención en los metales de desecho. La siguiente actividad te ayudará a reflexionar al respecto.



**Figura 2.32.** Además de contaminar el ambiente con mercurio, las pilas contribuyen con otros metales pesados como el zinc, el plomo, el cadmio y el níquel, por lo que es necesario separarlas del resto de los residuos sólidos y colocarlas en depósitos o contenedores específicos para que reciban un tratamiento especial.

### Con ciencia

**Propósito:** Identificar productos cotidianos elaborados con metales.

Con el apoyo de tu maestro, reúnete en equipo y realicen lo que se indica:

- Elaboren en el cuaderno una lista de cinco productos fabricados con metales que hayan utilizado en días recientes.
- Indiquen si estos productos tenían algún empaque o envoltura al momento de usarlos y qué tipo de material era.
- Investiguen cuál es el metal que contiene cada producto. Revisen si en la etiqueta o sobre el objeto metálico se menciona cuál es el fabricante del envase. Este dato les ayudará a localizar más información sobre el producto en su página electrónica.
- Expliquen de qué manera se deshicieron o se van a deshacer de estos productos.
- ¿Existe alguna manera de reutilizar este producto? Escriban sus ideas y hagan una ilustración que les apoye.

## Conéctate

Para profundizar en el tema de reciclaje puedes revisar el siguiente material. Anita Ganeri. *Algo viejo, algo nuevo: reciclando*, Editorial Destino, México, 2006. Libros del Rincón.

- Les sugerimos organizar la información en un cuadro como el siguiente:

Producto	¿De qué metales está elaborado?	¿Tenía envoltura? ¿Cuál?	Forma de desecharlo	¿Cómo podemos reutilizarlo?
----------	---------------------------------	--------------------------	---------------------	-----------------------------

Con el apoyo de su maestro, compartan sus resultados con el grupo. Elaboren conclusiones considerando estos aspectos:

- ¿Cuál es el metal más común entre los productos enlistados por el grupo?
- Elijan los modos de reuso que les parezcan mejores y argumenten por qué lo son.
- Analicen si sus hábitos de desechar algunos de los objetos podría cambiar al pensar en algún modo de reutilizarlos.

## ¿Qué hacer con los metales que desechamos?

Con la actividad anterior podrás darte cuenta de que reutilizar desechos sólidos como los metales puede contribuir a generar menos basura. Sin embargo, esto es solo un parte de la solución del problema. La otra parte se relaciona con la velocidad con que empleamos los metales, dado que esto tiene un gran impacto en la reducción de las **menas** que se encuentran en los yacimientos del planeta.

Las menas son los minerales o rocas de los que se extraen metales y sustancias que tienen interés para el ser humano; cada vez están más profundas o las que están disponibles contienen menos metales que los que se extraían siglos atrás, lo que ocasiona que la energía requerida para obtenerlos sea considerable.

Es importante dosificar la explotación de las menas para no acabar con los metales del planeta, dado que todavía no podemos prescindir de ellos ni sustituirlos con otros materiales. Si la tendencia mundial de explotación de los metales se mantiene, podríamos extinguir algunos de ellos, como el cobre, en alrededor de cincuenta años.

Para atender esta situación, que no solo es económica, sino de preservación de los recursos naturales provenientes de la metalurgia, las industrias y los gobiernos de algunos países han comenzado a racionalizar la forma en que utilizan los metales.

Por ejemplo, se han dejado de acuñar monedas de cobre para dar prioridad al empleo de este metal en las industrias electrónica y de telecomunicaciones que demandan cableados de cobre en sus instalaciones y productos.

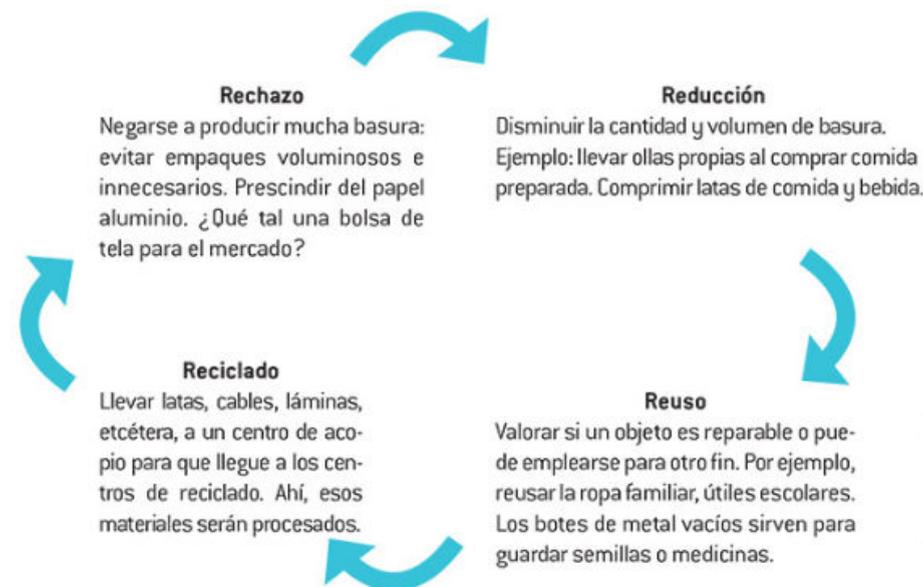
Otra medida es reducir la cantidad de un solo metal, como el cobre o la plata, en las monedas del mundo. Algunas de ellas tienen apenas un recubrimiento de cobre y están hechas de acero inoxidable o zinc.

Si bien nuestro país es el primer productor de plata en el mundo en la actualidad y tradicionalmente ha ocupado los primeros lugares en la extracción de este metal, la situación económica que culminó en la devaluación de la moneda en 1994 motivó que las monedas de 10 pesos que tenían plata se retiraran de circulación, pues su valor comercial superaba al de su nominación. El gobierno mexicano las reemplazó por monedas cuyo centro es de acero inoxidable y el anillo exterior es de bronce, aluminio y níquel, lo que la hace muy costosa.

También se ha reducido de manera considerable el número de tuberías hidráulicas fabricadas con cobre; en la actualidad son de bronce y de cloruro de polivinilo (PVC), aunque para los tramos largos de las tuberías de gas se sigue empleando el cobre por ser resistente y relativamente ligero. Desde hace varios años, los fabricantes de automóviles y camiones han sustituido piezas de metal en el interior de la cabina de los autos (manijas, controles, palanca de velocidades, cubierta interior de las puertas, etc.) con piezas de otros materiales.

Es evidente que los metales aún son muy necesarios en industrias como la automotriz, la aeronáutica, de la construcción, de fabricación de máquinas-herramientas y de la transformación en general. Algunos esfuerzos por recuperar diferentes materiales podrían dar algunos frutos para conservar por más tiempo las menas, pero falta mucho por hacer mientras no cambiemos el modo en que consumimos y desechamos los productos que usamos.

Algo que sí está en nuestras manos es poner más atención a la forma en que consumimos y nos deshacemos de los residuos metálicos. En este sentido conviene recordar las "cuatro erres" al comprar y desechar productos que contienen metal en nuestra vida cotidiana, aunque esto se aplica para los desechos sólidos en general: Rechazar, Reducir, Reusar y Reciclar. En el siguiente diagrama se muestran algunas acciones que podemos llevar a cabo para manejar los residuos metálicos.



**Figura 2.33.** El aluminio se obtiene del mineral conocido como bauxita. Es el tercer elemento más abundante en la Tierra, solo después del oxígeno y el silicio.

De acuerdo con la Asociación Mundial del Acero (en inglés: World Steel Association), el acero puede reciclarse en su totalidad y de manera infinita, puesto que no pierde sus propiedades, por lo que es el material que más se recicla en el mundo; de acuerdo con esta institución, en la actualidad se reciclan alrededor de 650 megatoneladas de acero al año.

Los desperdicios de hojalata constituyen una chatarra que puede reciclarse casi por completo. El caso del aluminio es también de los más exitosos que existen para el reciclado (fig. 2.33). Los mexicanos consumimos un promedio de 113 latas por habitante al año, según datos estimados en 2007 por la Cámara Nacional de Fabricantes de Envases Metálicos (Canafem).

El aluminio y la hojalata se reciclan cada vez más porque, además de que comienza a ser redituable para las industrias encargadas del reciclado de metales, los consumidores que se encuentran en escuelas y casas-habitación tienen información sobre el reciclado y separan estos residuos. En la actualidad, 70% de las latas que sirven de envase a los productos que consumimos (no solo alimentos, sino productos de limpieza, aceites para automóviles, cosméticos y medicamentos) están fabricadas de aluminio, mientras que el restante 30% son de láminas de acero embaladas (datos de la Asociación Europea de Aluminio).

Es importante realizar acciones encaminadas a incrementar el porcentaje de reciclaje de residuos sólidos, pues buena parte de ellos no se aprovechan porque tienen un valor comercial muy bajo, por la dificultad para recuperarlos o por la falta de infraestructura para reciclarlos, por lo que es importante aportar desde hoy opciones que puedan ser viables para los próximos años. En el siguiente diagrama se muestra el proceso de reciclado de uno de estos metales, el aluminio.



La chatarra de acero tiene un proceso de reciclado similar al del aluminio, aunque se requieren máquinas más potentes para comprimirla debido a su dureza. La chatarra original puede reducirse a objetos de acero de alrededor de 2 mm para luego ser fundidos y colocados en moldes de los que se obtienen piezas diversas para fabricar nuevos productos de acero. Sin duda, este es un proceso muy redituable.

Para complementar la información anterior, es importante conocer cuáles metales de uso cotidiano son reciclables con el fin de separarlos en la casa y en la escuela para después buscar algún centro de acopio o empresa de reciclaje que pueda utilizarlos. Algunas de estas empresas pueden comprar los desechos metálicos.

Reciclar los metales es una tarea importante para preservar los recursos mineros no solo en México sino en todo el mundo. Es importante saber que nuestro país tiene una gran riqueza minera que hay que preservar por muchos años más.

© SANTILLANA

En el cuadro 2.4 se muestran algunos objetos de uso cotidiano que son reciclables.

Hebillas de cinturones y zapatos	Bolsa interior de leche en polvo o cereal	Pasadores de pelo	Cacerolas de aluminio
Latas de leche en polvo	Papel aluminio	Alfileres	Alambre
Latas de conservas	Corcholatas	Grapas	Cable
Latas de refresco	Botones de metal	Ganchos de ropa	Tapas de metal
Botes de aerosol	Navajas de afeitar	Pedacería de oro y plata	Papel aluminio usado

México ocupa el primer lugar mundial en producción de plata y el tercero en bismuto. En la extracción de las menas de plata también se recupera zinc, de manera que México exporta cantidades importantes de plata y zinc a muchos países industrializados, como Estados Unidos de América, Japón y la Unión Europea. De igual forma, ocupamos el quinto lugar en producción de plomo y el noveno en extracción de oro (fuente: Secretaría de Economía, en [www.promexico.gob.mx/documentos/sectores/mineria.pdf](http://www.promexico.gob.mx/documentos/sectores/mineria.pdf), Fecha de consulta: 24 de enero de 2017).

Aunque ocupamos el undécimo lugar mundial en abundancia de cobre, la extracción se ha vuelto cada vez más costosa y la producción nacional no alcanza para cubrir la demanda de diversos productos que requieren los más de 115 millones de mexicanos a lo largo del territorio nacional. Importamos cobre de Chile, el primer productor mundial, pero también importamos aluminio y hierro de Venezuela y Brasil. Esto nos indica que la cultura de las cuatro erres de los metales es la mejor forma de preservar nuestro patrimonio de recursos naturales no renovables, dentro y fuera del país. Tú decides, ¿qué puedes hacer al respecto desde hoy?

### Conéctate

Busca la siguiente dirección (Fecha de consulta: 17 de octubre de 2016).  
[cuentame.inegi.org.mx/economia/secundario/mineria/default.aspx?tema=E](http://cuentame.inegi.org.mx/economia/secundario/mineria/default.aspx?tema=E)  
 Escribe en tu cuaderno cómo se clasifican los metales de acuerdo con sus características para las actividades productivas.

### Practica lo aprendido

- Con el apoyo de tu maestro, comparte tus respuestas iniciales sobre el caso de Alicia y Daniel y escucha las respuestas de tus compañeros.
- Realiza las modificaciones necesarias incorporando lo que has aprendido en esta secuencia. Incluye las ideas de tus compañeros que complementen tus respuestas.
- Para formalizar la tercera pregunta, "¿Cómo podemos contribuir a reciclar estos metales y generar menos basura en casa?", elabora un plan de acción que incluya acciones grupales para llevarse a cabo en la escuela en relación con los desechos de metal que ahí se generan y algunas acciones personales que puedes llevar a cabo con tu familia para el manejo de los residuos de metal.
- Pueden presentar su plan de acción a la comunidad escolar e invitar a los padres de familia.

© SANTILLANA

### Conéctate

Si deseas profundizar más sobre el ambiente observa el video "La química y el ambiente" en "El mundo de la química", vol. 7, en *El video en el aula. Acervo y usos didácticos de la videoteca escolar. Educación secundaria.* SEP, México, 1996.

### Cierre

# Segunda revolución de la química

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

### Inicio

#### Aprendizajes esperados

##### El alumno:

- 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.



**Figura 2.34.** Las propiedades y funcionalidades de los diferentes productos de un supermercado permiten su clasificación.

### Clasificación del atún

Valeria acompañó a su papá al supermercado para hacer las compras de la semana. En cierto momento, se percataron de que no llevaban latas de atún. Valeria fue por ellas, pero tardó un poco en recordar dónde las había visto. En su búsqueda leyó uno de los letreros de los pasillos que decía: Atún, mayonesa, aderezos. Al encontrarlas, se preguntó por qué estarían en un pasillo diferente del resto de los enlatados (fig. 2.34).

- ¿Por qué el atún estaba junto con los aderezos y la mayonesa? ¿Estaría mal clasificado?
- ¿Qué ventajas tiene clasificar los objetos?
- ¿Qué propiedades tomarías en cuenta para clasificar los elementos químicos?

### Desarrollo

#### Rumbo a la organización de los elementos

Las aportaciones de Lavoisier trajeron como consecuencia el descubrimiento de muchas sustancias, la determinación de sus propiedades, así como las propuestas para explicar sus transformaciones. La información al respecto aumentó y se hizo necesario organizarla.

El químico francés **Joseph Louis Proust** (1754-1826) efectuó varios experimentos que le permitieron encontrar una relación entre las masas de los elementos que forman un compuesto. Proust publicó un ensayo en el cual propuso que "los elementos de un mismo compuesto están presentes en una proporción fija en masa, independientemente de cómo se prepare el compuesto". Esto se conoce como **ley de las proporciones definidas**.

Por otro lado, John Dalton encontró que determinados elementos pueden combinarse en distintas proporciones de masa para formar compuestos diferentes. De acuerdo con sus descubrimientos, las cantidades de un mismo elemento que se combinan con una cantidad fija de otro para formar varios compuestos están en una relación de números enteros sencillos como 1 a 1, 2 a 1, 1 a 2, 1 a 3, etcétera. Esto se conoce como **ley de las proporciones múltiples**.

Como el hidrógeno era el elemento que participaba en menor cantidad de masa durante las transformaciones de los materiales, Dalton consideró que sus átomos debían ser los más pequeños. Decidió tomarlo como referencia y asignó al átomo de hidrógeno una masa de 1.

Al comparar las masas de otros elementos con la masa 1 del hidrógeno, pudo determinar las masas relativas de varios elementos. Por ejemplo, para Dalton la masa del nitrógeno era cinco veces mayor que la del hidrógeno (fig. 2.35).

Más adelante, en el siglo XIX se concretaron los esfuerzos para organizar la diversidad de elementos conocidos hasta entonces. Cabe destacar las aportaciones del químico italiano **Stanislao Cannizzaro** (1826-1910) y del químico ruso **Dimitri Mendeleiev** (1834-1907).

Tabla de pesos atómicos (John Dalton)

Símbolo	Nombre	Peso
	hidrógeno	1
	nitrógeno	5
	carbono	5.4
	oxígeno	7
	magnesio	20
	hierro	50
	oro	190

**Figura 2.35.** Dalton diseñó símbolos para representar y diferenciar los átomos de cada elemento. Los valores de masas atómicas que propuso para varios elementos son diferentes de los actuales.

### Las aportaciones de Cannizzaro

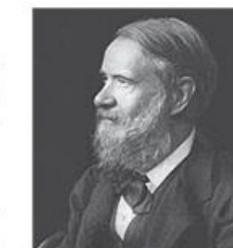
Los valores de algunas masas atómicas propuestos por Dalton mostraban inconsistencias, pues a veces no se podían explicar los resultados obtenidos mediante experimentos. Este problema fue resuelto en 1858 por Cannizzaro (fig. 2.36), quien retomó las ideas de su paisano **Amedeo Avogadro** (1776-1856).

Stanislao Cannizzaro consideró que algunos elementos no se encontraban en la Naturaleza como átomos aislados, sino formando moléculas. Por ejemplo, el hidrógeno (H), el oxígeno (O) y el nitrógeno (N) existen como moléculas diatómicas, formadas por dos átomos que se representan como  $H_2$ ,  $O_2$  y  $N_2$ .

Cannizzaro se basó en los valores de la densidad de los elementos determinados experimentalmente por otras personas de ciencia y realizó cálculos para establecer la masa atómica de varios de ellos. Sin embargo, tuvo en cuenta que algunos elementos existen como moléculas formadas por dos átomos. Esto le permitió distinguir entre masa atómica y masa molecular.

De este modo, hizo modificaciones a las masas atómicas. Los valores calculados por él permitieron explicar las inconsistencias de los resultados experimentales que se habían obtenido con las propuestas de Dalton. El trabajo de Cannizzaro para reunir, analizar y **sistematizar** la información de las propiedades de los elementos conocidas hasta entonces, permitió modificar los valores de las masas atómicas, lo que resultó de gran trascendencia para la química.

Cannizzaro expuso los resultados de su trabajo en el Primer Congreso de Química, realizado en 1860 en Karlsruhe, Alemania. Esto permitió que muchos miembros de la comunidad química intercambiaran los resultados de sus investigaciones y discutieran sobre temas variados, como la manera de determinar las masas atómicas y de nombrar los elementos y compuestos, así como la diferencia entre átomos y moléculas.



**Figura 2.36.** Stanislao Cannizzaro participó en la revolución siciliana de independencia y tuvo que huir a París en 1849.

### Glosario

#### sistematizar.

Organizar, clasificar o reducir determinados datos con un propósito específico.

Dado que la masa de los átomos es muy pequeña y el gramo es una unidad muy grande para expresarla, en el siglo XIX se inventó una nueva unidad, la *uma*, que significa unidad de masa atómica.

## Con ciencia

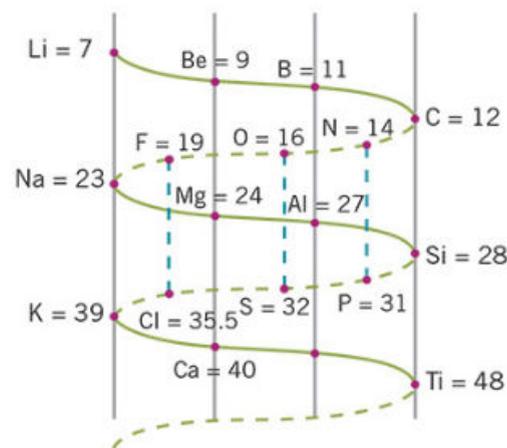


**Figura 2.37.** Aunque los metales comparten algunas propiedades, tienen otras que nos ayudan a diferenciarlos.

Con la coordinación de tu profesor reflexiona en una sesión grupal. En la actualidad, profesionales de la ciencia de diversas partes del mundo asisten a diversos foros, publican en revistas especializadas y están en contacto mediante el uso de Internet.

- ¿Qué importancia consideras que tienen estos mecanismos de comunicación de ideas y discusión de productos de la ciencia?
- ¿Qué sucedería si no lo hicieran?
- ¿Qué trascendencia tienen dichos mecanismos para la sociedad en general?

## Ordenación de los elementos



**Figura 2.38.** En esta representación la agrupación se conoce como anillo telúrico.

Conforme se descubrieron nuevos elementos, se hizo necesario clasificarlos para ordenarlos y facilitar su estudio. Una de las primeras clasificaciones se basó en sus propiedades físicas. En un grupo se colocaron los elementos brillantes, buenos conductores del calor y de la electricidad, maleables (que forman láminas pequeñas) y dúctiles (que pueden formar alambres). A estos elementos los llamaron **metales**. El cobre (Cu), el hierro (Fe), el aluminio (Al) y el oro (Au) son algunos ejemplos (fig. 2.37).

En otro grupo se incluyeron los elementos que carecían de las propiedades anteriores y se denominaron **no metales**: el oxígeno (O), el hidrógeno (H), el cloro (Cl), el bromo (Br) y el nitrógeno (N). Sin embargo, como algunos no encajaban en los grupos anteriores, se consideraron otras propiedades para clasificarlos.

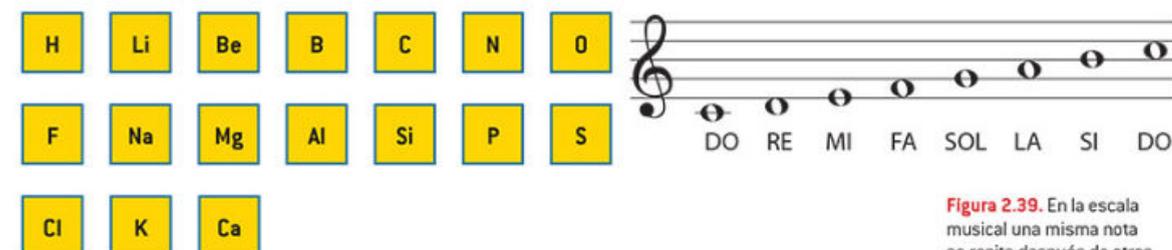
El químico alemán **Johan Wolfgang Döbereiner** (1780-1849) organizó algunos elementos por **triadas** (en grupos de tres), según el tipo de compuestos que formaban al combinarse con otros elementos. Por ejemplo, incluyó el cloro (Cl), el bromo (Br) y el yodo (I) en una misma triada, pues observó que el promedio de masas atómicas del primer y del tercer elemento era muy cercano a la masa atómica del segundo (cuadro 2.5).

**Cuadro 2.5.** Valores de las masas de una triada según Döbereiner

Elemento	Símbolo	Masa atómica (uma)
Cloro	Cl	35.5
Bromo	Br	79.9
Yodo	I	127

Por su parte, el científico francés **Alexandre-Emile Beguyer de Chancourtois** (1820-1886) propuso otra ordenación de los elementos: utilizó un cilindro con líneas verticales y dibujó una hélice. Acomodó los elementos en orden creciente de masa atómica en la intersección de las líneas y la hélice (fig. 2.38).

El químico inglés **John Alexander Reina Newlands** (1838-1898) también ordenó los elementos conocidos hasta entonces en forma creciente de su masa atómica. Observó que, si empezaba a contar a partir de uno de ellos, el octavo elemento tenía propiedades similares al inicial, por lo que formó grupos como los que se muestran:



**Figura 2.39.** En la escala musical una misma nota se repite después de otras seis. Una estructura similar intentó aplicarse a los elementos químicos.

A este orden lo llamó **ley de las octavas**, inspirado en lo que ocurre con una escala musical (fig. 2.39). Sin embargo, no en todos los casos se cumplía que cada ocho elementos tuvieran propiedades similares, por lo que su ley no tuvo trascendencia.

## Con ciencia

Analiza con tu equipo las propiedades de la triada de elementos que hay en el cuadro 2.6.

**Cuadro 2.6.** Triada de elementos

Elemento	Masa atómica (uma)	Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	Temperatura de fusión (°C)	Temperatura de ebullición (°C)
Calcio (Ca)	40	1.55	842	1 500
Estroncio (Sr)	?	2.60	???	1 412
Bario (Ba)	137	3.62	727	1 845

- Responde en tu cuaderno.
  - ¿Cuál es el valor aproximado de la masa atómica del estroncio?
  - ¿Qué propiedades cambian conforme aumenta la masa atómica?
  - Compara tus respuestas con las de tus compañeros de grupo.

## Las aportaciones de Mendeleiev

El químico ruso Dimitri Ivanovich Mendeleiev (fig. 2.40) se dio cuenta de la dificultad de acceder a toda la información de las propiedades de las sustancias, entre ella la de los elementos conocidos hasta entonces. Luego revisó con esmero los elementos en la bibliografía científica de su tiempo y, en algunos casos, realizó diversos experimentos para obtener los datos necesarios.

Después elaboró una tarjeta para cada uno de los 63 elementos conocidos en esa época y anotó sus propiedades. Tras analizar estos datos, se dio a la tarea de organizarlos, lo cual le llevó varios años. Por último, sistematizó la información en una tabla, donde acomodó los elementos en orden creciente de su masa atómica. Para ello, consideró las modificaciones propuestas por Cannizzaro. También agrupó los elementos con propiedades similares, como el tipo de compuestos que forman con el hidrógeno y el oxígeno (fig. 2.41, página siguiente).



**Figura 2.40.** Mendeleiev organizó la información conocida de los elementos para facilitar su estudio.

**Figura 2.41.** Mendeleiev mostró que las propiedades de los elementos se repetían con regularidad, es decir, presentaban periodicidad. Esta característica le permitió ordenarlos, pero fue más allá, pues dejó espacios vacíos marcados con una línea, que representan elementos no conocidos en su época y consideró que algún día serían descubiertos. Les dio un nombre provisional, compuesto por el nombre del elemento inmediato superior en la tabla y un prefijo que indicaba el número de espacios debajo de donde se encontraba ese elemento: *eka* para un espacio y *dwi* para dos. Más aun: predijo algunas propiedades de dichos elementos, basándose en las características de los elementos ubicados alrededor de ellos en su tabla.

Tabla periódica de Mendeleiev de 1869								
Serie	Grupo I R <sub>2</sub> O	Grupo II RO	Grupo III R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Grupo IV RH <sub>4</sub> RO <sub>2</sub>	Grupo V RH <sub>3</sub> R <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Grupo VI RH <sub>2</sub> RO <sub>3</sub>	Grupo VII RHRO <sub>2</sub>	Grupo VIII RO <sub>4</sub>
1	H = 1							
2	Li = 7	Be = 9.4	B = 11	C = 12	N = 14	O = 16	F = 19	
3	Na = 23	Mg = 24	Al = 27.3	Si = 28	P = 31	S = 32	Cl = 35.5	
4	K = 39	Ca = 40	-- = 44	Ti = 48	V = 51	Cr = 52	Mn = 55	Fe = 56 Co = 59
5	(Cu = 63)	Zn = 65	-- = 68	-- = 72	As = 75	Se = 78	Br = 80	Ni = 59 Cu = 63
6	Rb = 85	Sr = 87	?Yt = 88	Zr = 90	Nb = 94	Mo = 96	-- = 100	Ru = 104 Rh = 104
7	(Ag = 108)	Cd = 112	In = 113	Sn = 118	Sb = 122	Te = 125	I = 127	Pb = 106 Ag = 108
8	Cs = 133 (=)	Ba = 137	?Di = 138	?Ce = 140	--	--	--	
9	(-)	--	--	--	--	--	--	
10	--	--	?Er = 178	?La = 180	Ta = 182	W = 184	--	Os = 195 Ir = 197
11	(Au = 199)	Hg = 200	Tl = 204	Pb = 207	Bi = 208			Pr = 198 Au = 199
12	--	--	--	Th = 231	--	U = 240	--	----

En cada fila los elementos están acomodados de izquierda a derecha en orden creciente de su masa atómica. En una misma columna, a la que llamó *grupo*, el científico colocó los elementos que formaban compuestos similares con el oxígeno. Por ejemplo, en el primer grupo acomodó los elementos que, al combinarse con el oxígeno, forman compuestos con fórmula R<sub>2</sub>O, es decir, constituidos por dos átomos del elemento (representado por la letra R) y un átomo de oxígeno. En la segunda columna ubicó los elementos cuyos compuestos con el oxígeno tuvieran la fórmula RO. En la parte superior de cada columna están los tipos de compuestos que forman los demás elementos. En el cuadro 2.7 se muestra un fragmento de la tabla que incluye los nombres que Mendeleiev asignó a elementos que aún no se habían descubierto.

Cuadro 2.7. Algunos elementos predichos por Mendeleiev		
Grupo II	Grupo III	Grupo IV
Mg	Al	Si
Ca	Eka-boro	Ti
Zn	Eka-aluminio	Eka-silicio

### Conéctate

Si deseas conocer un poco más sobre Mendeleiev puedes consultar el siguiente libro, Horacio García, *El químico de las profecías: Dimitri I. Mendeleiev*, Pangea Editores, México, 1990.

En el cuadro 2.8 se muestra la predicción de Mendeleiev para el *eka-silicio*, y la del elemento germanio (Ge), descubierto en 1886, que ocupó el lugar del *eka-silicio* en la tabla (fig. 2.42).

**Cuadro 2.8.** Predicción de Mendeleiev para eka-silicio y los valores del germanio

Propiedad	Predicción para el eka-silicio	Valores del germanio
Masa atómica	72 uma	72.6 uma
Color	Gris oscuro	Gris claro
Densidad	5.5 g/cm <sup>3</sup>	5.32 g/cm <sup>3</sup>
Temperatura	Muy elevada	937 °C

La predicción de la comunidad científica acerca de la existencia de elementos aún no descubiertos demuestra la capacidad interpretativa y predictiva de la ciencia con base en la observación y el análisis de las propiedades de los materiales y su composición.

La realización de congresos y otras actividades científicas es un ejemplo de la importancia de la comunicación de ideas y productos de la ciencia que favorece el avance del conocimiento científico. De igual importancia es la labor de las personas que divulgan la ciencia que ponen dichos conocimientos al alcance de la sociedad.

### Practica lo aprendido

El fin de esta actividad es predecir con tu equipo las propiedades de un elemento desconocido en una tabla. Copia este cuadro en tu cuaderno y anota los datos del elemento faltante en el centro tomando en cuenta las características de los elementos que te presentamos.

Grupo 5	Grupo 6	Grupo 7
	Azufre: S Masa atómica = 32.06 Densidad [g/cm <sup>3</sup> ] = 2.08 T fusión (K) = 388	
Arsénico: As Ma = 74.92 Densidad [g/cm <sup>3</sup> ] = 5.78 T fusión (K) = 1 089	Elemento desconocido Masa atómica = ¿? Densidad [mg/cm <sup>3</sup> ] = ¿? T fusión (K) = ¿?	Bromo: Br Masa atómica = 79.9 Densidad [g/cm <sup>3</sup> ] = 3.1 T fusión (K) = 266
	Telurio: Te Masa atómica = 127.6 Densidad [g/cm <sup>3</sup> ] = 6.25 T fusión (K) = 723	

- Investiga en medios impresos o electrónicos las propiedades del selenio y compáralas con las que determinaste para el elemento desconocido.
- Identifica qué tan cercanos o alejados son los valores. Explica cómo calculaste los valores de las propiedades del elemento desconocido.
- Presenta tus resultados ante el grupo.
- Discute en grupo las estrategias que seguiste para identificar las propiedades del elemento desconocido. Pide al profesor que te evalúe.



**Figura 2.42.** El germanio se emplea en la fabricación de fibra óptica, que puede usarse en iluminación.

### Cierre

### Conéctate

Para que ahondes sobre la tabla periódica y las aportaciones anteriores y posteriores a Mendeleiev revisa la siguiente dirección: [muestaluz.cenart.gob.mx/pdf/tabla.pdf](http://muestaluz.cenart.gob.mx/pdf/tabla.pdf) [Fecha de consulta: 24 de enero de 2017].

# Tabla periódica: organización y regularidades de los elementos químicos

## 5.1 Regularidades en la tabla periódica de los elementos químicos representativos

### Aprendizaje esperado

#### El alumno:

- Identifica la información de la tabla periódica, analiza sus regularidades y su importancia en la organización de los elementos químicos.

### Organización de materiales

Leticia consiguió un trabajo temporal para organizar los libros, las revistas y los recursos audiovisuales de un periodista. Ella debe ordenar los materiales, colocarlos en librerías y estantes particulares, así como diseñar un fichero.

Lo primero que planea hacer es separar los materiales dependiendo del tipo de pieza. Después agrupará cada tipo de material por áreas del conocimiento y por disciplinas: pintura, geografía, literatura, biología, etcétera. Para el fichero tiene pensado utilizar tarjetas ordenadas por orden alfabético de autor [fig. 2.43].

- ¿Qué recomendarías a Leticia para ordenar los materiales en los estantes?
- ¿Qué información le sugerirías incluir en el fichero?
- ¿Cuál es la importancia de contar con un fichero?

### La tabla periódica moderna

A finales del siglo XIX y durante el XX como consecuencia del descubrimiento de nuevos elementos químicos y la identificación de sus propiedades, la tabla periódica de Mendeleiev se modificó hasta llegar a la tabla periódica moderna, en la cual los elementos se organizan en 18 columnas llamadas **grupos** o familias y en siete filas conocidas como **periodos**, que se identifican con números del 1 al 7.

Los elementos de un mismo grupo o familia tienen propiedades similares, así como el mismo número de electrones de valencia. En un mismo periodo, la cantidad de electrones de valencia de los elementos aumenta de izquierda a derecha en la tabla.

En la parte inferior de la tabla periódica aparecen dos líneas de elementos que durante un tiempo se ubicaron en los periodos 6 y 7: el primer grupo, después del elemento bario (Ba), llamados lantánidos o tierras raras, y el segundo, después del elemento radio (Ra), denominados actínidos. Esta reubicación fue propuesta por el estadounidense **Glenn Seaborg** (1912-1999), ganador del Premio Nobel de Química en 1951 [fig. 2.44].



Figura 2.43. El orden alfabético da a los ficheros una secuencia lógica que permite acceder a información organizada.



Figura 2.44. Glenn Seaborg también descubrió diez elementos químicos.

Esto permite tener una tabla más manejable (fig. 2.45), pues la anterior se alargaba 14 columnas hacia la derecha.

Grupo																																	
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			IB	II B	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	O																
1 1 ±1 H 1.008 Hidrógeno	2 2 ±2 He 4.00 Helio															18 2 2 ±2 He 4.00 Helio																	
3 3 ±1 Li 6.94 Litio	4 4 ±2 Be 9.01 Berilio	5 3 5 ±3 B 10.81 Boro	6 ±4 6 ±4 C 12.01 Carbono	7 ±5 7 ±5 N 14.00 Nitrógeno	8 ±2 8 ±2 O 15.99 Oxígeno	9 -1 9 ±1 F 18.99 Fluor	10 0 10 ±0 Ne 20.18 Neón											17 -1 17 ±1 Cl 35.45 Cloro	18 0 18 ±0 Ar 39.94 Argón														
11 ±1 11 ±1 Na 22.99 Sodio	12 2 12 ±2 Mg 24.31 Magnesio	13 3 13 ±3 Al 26.98 Aluminio	14 ±4 14 ±4 Si 28.08 Silicio	15 ±3 15 ±3 P 30.97 Fósforo	16 ±2 16 ±2 S 32.06 Azufre	17 ±3 17 ±3 Cl 35.45 Cloro	18 0 18 ±0 Ar 39.94 Argón	19 1 19 ±1 K 39.09 Potasio	20 2 20 ±2 Ca 40.08 Calcio	21 3 21 ±3 Sc 44.95 Escandio	22 4 22 ±4 Ti 47.86 Titanio	23 3 23 ±3 V 50.94 Vanadio	24 4 24 ±4 Cr 51.99 Cromo	25 6 25 ±6 Mn 54.94 Manganeso	26 8 26 ±8 Fe 55.84 Hierro	27 8 27 ±8 Co 58.93 Cobalto	28 10 28 ±10 Ni 58.69 Níquel	29 10 29 ±10 Cu 63.54 Cobre	30 12 30 ±12 Zn 65.39 Zinc	31 13 31 ±13 Ga 69.72 Galio	32 14 32 ±14 Ge 72.64 Germanio	33 ±3 33 ±3 As 74.92 Arsénico	34 ±4 34 ±4 Se 78.96 Selenio	35 ±1 35 ±1 Br 79.90 Bromo	36 0 36 ±0 Kr 83.80 Criptón								
37 1 37 ±1 Rb 85.47 Rubidio	38 2 38 ±2 Sr 87.62 Estroncio	39 3 39 ±3 Y 88.90 Itrio	40 4 40 ±4 Zr 91.22 Zirconio	41 5 41 ±5 Nb 92.91 Niobio	42 6 42 ±6 Mo 95.94 Molibdeno	43 7 43 ±7 Tc (98) Tecnecio	44 8 44 ±8 Ru 101.07 Rutenio	45 9 45 ±9 Rh 102.91 Rodio	46 10 46 ±10 Pd 106.42 Paladio	47 11 47 ±11 Ag 107.87 Plata	48 12 48 ±12 Cd 112.41 Cadmio	49 13 49 ±13 In 114.82 Indio	50 14 50 ±14 Sn 118.69 Estanio	51 ±3 51 ±3 Sb 121.75 Antimonio	52 ±4 52 ±4 Te 127.6 Teluro	53 ±1 53 ±1 I 126.90 Yodo	54 0 54 ±0 Xe 131.29 Xenón	55 1 55 ±1 Cs 132.91 Cesio	56 2 56 ±2 Ba 137.33 Bario	Lantánidos													
87 1 87 ±1 Fr (223) Francio	88 2 88 ±2 Ra (226) Radio	Actínidos														118 0 118 ±0 Og (294) Oganesson																	
Lantánidos																																	
57 3 57 ±3 La 138.90 Lantano	58 4 58 ±4 Ce 140.11 Cerio	59 4 59 ±4 Pr 140.91 Praseodimio	60 3 60 ±3 Nd 144.24 Neodimio	61 3 61 ±3 Pm (145) Prometio	62 3 62 ±3 Sm 150.36 Samario	63 3 63 ±3 Eu 151.96 Europio	64 3 64 ±3 Gd 157.25 Gadolinio	65 3 65 ±3 Tb 158.92 Terbio	66 3 66 ±3 Dy 162.50 Disprosio	67 3 67 ±3 Ho 164.93 Holmio	68 3 68 ±3 Er 167.26 Erbio	69 3 69 ±3 Tm 168.93 Tulio	70 3 70 ±3 Yb 173.04 Iterbio	71 3 71 ±3 Lu 174.97 Lutecio				72 3 72 ±3 Hf 178.49 Hafnio	73 4 73 ±4 Ta 180.95 Tantalio	74 5 74 ±5 W 183.84 Tungsteno	75 6 75 ±6 Re 186.21 Renio	76 7 76 ±7 Os 190.24 Osmio	77 8 77 ±8 Ir 192.22 Iridio	78 9 78 ±9 Pt 195.08 Platino	79 10 79 ±10 Au 196.97 Oro	80 12 80 ±12 Hg 200.59 Mercurio	81 13 81 ±13 Tl 204.38 Talio	82 14 82 ±14 Pb 207.21 Plomo	83 ±3 83 ±3 Bi 208.98 Bismuto	84 ±4 84 ±4 Po (209) Polonio	85 ±1 85 ±1 At (210) Astatino	86 0 86 ±0 Rn (222) Radón	
Actínidos																																	
89 3 89 ±3 Ac (227) Actinio	90 4 90 ±4 Th 232.03 Torio	91 5 91 ±5 Pa 231.04 Protactinio	92 6 92 ±6 U 238.03 Uranio	93 7 93 ±7 Np 237 Neptunio	94 8 94 ±8 Pu (244) Plutonio	95 9 95 ±9 Am (243) Americio	96 10 96 ±10 Cm (247) Curio	97 11 97 ±11 Bk (247) Berkelio	98 12 98 ±12 Cf (251) Californio	99 13 99 ±13 Es (252) Einsteinio	100 14 100 ±14 Fm (257) Fermio	101 15 101 ±15 Md (258) Mendelevio	102 16 102 ±16 No (259) Nobelio	103 7 103 ±7 Lr (262) Lawrencio				104 16 104 ±16 Rf (261) Rutherfordio	105 7 105 ±7 Db (262) Dubnio	106 8 106 ±8 Sg (263) Seaborgio	107 10 107 ±10 Bh (264) Bohrio	108 11 108 ±11 Hs (265) Hassio	109 12 109 ±12 Mt (268) Meitnerio	110 13 110 ±13 Ds (281) Darmstadtio	111 14 111 ±14 Rg (272) Roentgenio	112 16 112 ±16 Cn (285) Copernicio	113 17 113 ±17 Nh (284) Nihonio	114 18 114 ±18 Fl (289) Flerovio	115 16 115 ±16 Mc (288) Moscovio	116 17 116 ±17 Lv (293) Livermorio	117 18 117 ±18 Ts (291) Teneso	118 18 118 ±18 Og (294) Oganesson	

1) Los lantánidos y actínidos se insertan en el lugar donde señala la flecha.  
3) Los elementos con letra gris son artificiales.

En algunas versiones de tablas periódicas cada grupo se identifica con un número romano acompañado de la letra A o B. Sin embargo, la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (IUPAC, por sus siglas en inglés) sugiere que se enumeren del 1 al 18. En la tabla de este libro incluimos ambos sistemas. De los elementos de la tabla periódica, noventa y uno existen en la Naturaleza, la mayoría formando compuestos; los demás son sintéticos.

Figura 2.45. Tabla periódica de los elementos. Se muestran aquellos aceptados hasta 2013.

La tabla periódica de los elementos más sencilla incluye información explícita sobre el nombre y el símbolo del elemento, aparte de otras propiedades como su número atómico y masa atómica que revisaremos en el subcontenido siguiente.

Además de la información anterior, en la tabla periódica de este libro se incluye el estado de agregación de los elementos, así como una clasificación (metales, metaloides, no metales e inertes) que trataremos más adelante.

En el extremo superior derecho del recuadro de cada elemento se incluyen uno o más números acompañados de un signo positivo o negativo que representa el número de oxidación, tema que revisaremos en el bloque 4.

Un aspecto interesante es que podemos inferir muchas de las propiedades físicas y químicas de los elementos según la posición que ocupan en la tabla periódica. Desde luego, no es necesario memorizar los datos contenidos en la tabla, sino entender cómo está organizada y familiarizarnos con la información que podemos obtener a partir de ella.

## Con ciencia

Para iniciarte en el conocimiento y manejo de la tabla periódica, realiza lo que se pide.

- Elabora en tu cuaderno un cuadro de seis columnas etiquetadas como masa atómica, nombre, símbolo, número atómico, grupo y periodo.
- Observa la tabla periódica y localiza los 10 elementos con menor masa atómica.
- Anótalos en tu cuaderno, ordénalos de manera ascendente e inclúyelos en el cuadro.
- Completa los datos para los elementos con los números atómicos 13, 26, 29, 47 y 78 al final del cuadro.

Reúnete con tu equipo y contesta en tu cuaderno.

- ¿Cuál de las propiedades te permitió localizar los elementos con mayor facilidad? ¿Por qué?
- Identifica cómo varía el número atómico de los elementos conforme se desplazan de izquierda a derecha en cada periodo. ¿Qué ocurre con el valor de la masa atómica?
- ¿Con base en qué propiedad están organizados los elementos en la tabla periódica moderna?

### Para saber más

Lise Meitner (1878-1968). Física austriaca, nacionalizada sueca. Junto con Otto Hahn descubrió el elemento químico protactinio con número atómico 91. El elemento con  $Z = 109$ , el meitnerio, lleva este nombre en su honor.

### Conéctate

Para conocer más sobre los elementos químicos y sus aplicaciones te recomendamos que revises este libro y este video:

J. A. Chamizo. *La casa química*, México, ADN Editores/SEP (Libros del rincón), 2000. El video "Tabla periódica" de la colección *El mundo de la química*, vol. IV.

En esta dirección puedes revisar la variación de propiedades en la tabla periódica: [www.alonsoformula.com/inorganica/\\_private/Taboa\\_Periodica\\_Espanol\\_Completa\\_IUPAC\\_2016.pdf](http://www.alonsoformula.com/inorganica/_private/Taboa_Periodica_Espanol_Completa_IUPAC_2016.pdf) (Fecha de consulta: 24 de enero de 2017).

## Regularidades que se presentan en la tabla periódica

En la tabla periódica que se incluye en este libro puedes observar que los elementos se resaltan en diferentes colores. La zona que abarcan los grupos 1 a 12 y algunos elementos de los grupos 13, 14, 15 y 16 es la de los **metales**. En esta clasificación se encuentra la mayor parte de los elementos.

Algunos elementos de los grupos 13 a 16 y todos los del 17 se clasifican como **no metales** y, en general, tienen propiedades diferentes de los metales. Los elementos que constituyen la materia que forma a los seres vivos son no metales: carbono (C), hidrógeno (H), oxígeno (O), nitrógeno (N), fósforo (P) y azufre (S).

En el subcontenido "Propiedades de los metales" trabajaste con algunos metales y no metales, e identificaste algunas de sus propiedades. En el cuadro 2.9 se comparan las propiedades de ambos tipos de elementos.

Cuadro 2.9. Propiedades de metales y no metales	
Metales	No metales
Son sólidos a temperatura ambiente, excepto el mercurio (Hg) que es líquido.	A temperatura ambiente existen en estado sólido (como el carbono), líquido (como el bromo) y gaseoso (como el oxígeno y el cloro).
Son brillantes.	Son opacos, excepto el yodo (I).
Son dúctiles (pueden formar hilos) y maleables (forman láminas).	Son frágiles.
Son buenos conductores del calor y de la electricidad.	En general, no conducen la corriente eléctrica y no conducen bien el calor. Una excepción es el carbono.
En general, sus temperaturas de fusión y de ebullición son elevadas.	Sus temperaturas de fusión y de ebullición son variadas.
Forman compuestos con los no metales.	Forman compuestos con los metales, pero también se unen entre ellos.

Aunque los metales comparten algunas características, tienen otras que los hacen únicos. Por ejemplo, los elementos del grupo 1 se conocen como la familia de los **metales alcalinos**. Estos son sólidos blandos que pueden cortarse con un cuchillo.

En la Naturaleza los metales alcalinos sólo existen formando compuestos, ya que se combinan con facilidad con los no metales, como el oxígeno y los elementos del grupo 17 (fig. 2.46). Tienen solo un electrón de valencia. El hidrógeno no tiene las propiedades de esta familia porque es un no metal, pero se ubica en esta zona de la tabla periódica por ser el más ligero.

Los elementos del grupo 2 son de la familia de los **metales alcalinotérreos**, los cuales son sólidos más duros (se rayan con menor facilidad) que los metales alcalinos. No se encuentran como elementos en la Naturaleza, sino formando compuestos al combinarse químicamente con los no metales (fig. 2.47). Poseen dos electrones de valencia.

Los **metales de transición** se ubican en los grupos 3 a 12 de la tabla periódica. En esta familia se encuentran los metales, como el cobre, el hierro, la plata y el oro, con los cuales es probable que estés más familiarizado e identifiques algunas de sus propiedades.

En la tabla periódica algunos elementos de los grupos 13 a 16 se ubican entre los metales y los no metales como si formaran una escalera. Se trata de los **metaloides**; reciben este nombre por tener algunas propiedades de los metales y otras de los no metales (fig. 2.48).

Todos los elementos del grupo 17 son no metales y forman la familia de los **halógenos**, cuyo nombre deriva de un vocablo griego que significa *formadores de sal*. Los dos primeros, el cloro (Cl) y el flúor (F), son gases a temperatura ambiente; el bromo (Br) es líquido, el yodo (I) es un sólido y el ástato o astato (At) es sintético.



Figura 2.46. Los metales alcalinos se combinan químicamente con el agua y se libera hidrógeno, que es inflamable.



Figura 2.47 El magnesio es un metal alcalinotérreo que al arder produce una luz blanca intensa, por lo que se utiliza en los fuegos artificiales.



Figura 2.48. El silicio y el germanio se utilizan para elaborar los microprocesadores o chips y los transistores de las computadoras.

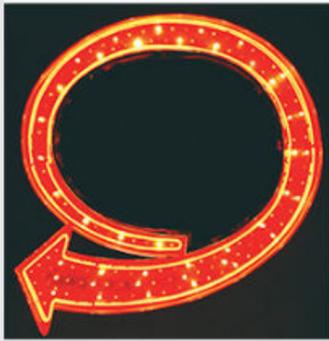


Figura 2.49. Las luces de colores de algunas lámparas se deben a la luz que emiten los gases nobles cuando se aplica un voltaje.

Los halógenos se combinan con facilidad con los demás elementos, por lo que en la Naturaleza se encuentran formando compuestos. Tienen siete electrones de valencia. El cloro y algunos de sus compuestos se utilizan como desinfectantes del agua para eliminar bacterias y otros microorganismos.

Los elementos del grupo 18 son los **gases nobles**; reciben este nombre porque durante mucho tiempo se consideró que no se combinaban con otros elementos, de manera similar a lo que sucedía con los nobles de las cortes europeas. Estos elementos tienen diversos usos (fig. 2.49). Por ejemplo, los globos se rellenan con helio, un gas menos denso que el aire, lo cual permite que se eleven. Los focos incandescentes contienen argón, un gas noble que no reacciona con el metal con que se elabora el filamento, prolongando la vida útil del foco.

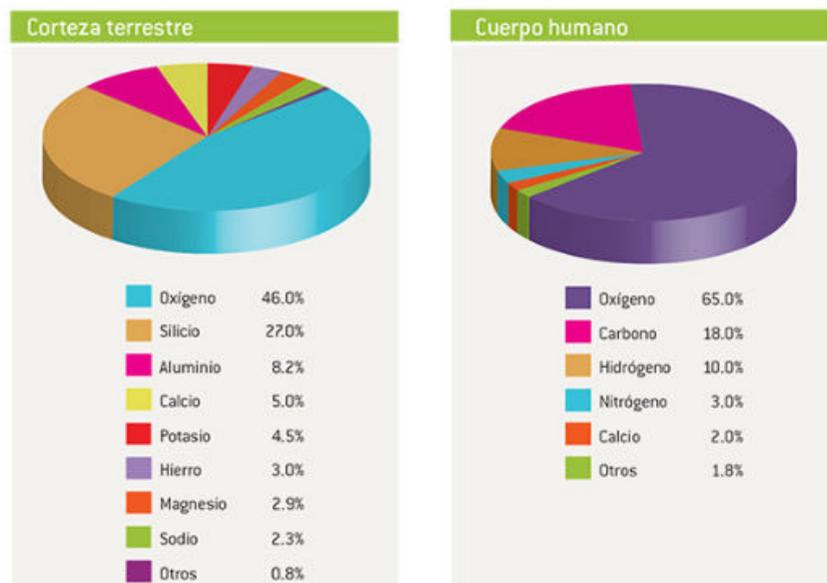
Los gases nobles tienen ocho electrones de valencia, por lo que no los comparten ni los ceden. Esto los hace muy estables, e incluso no fue sino hasta finales del siglo XX que se pudieron sintetizar algunos compuestos de los elementos xenón (Xe) y criptón (Kr).

Las dos líneas de elementos ubicadas en la parte inferior de la tabla se conocen como *tierras raras*. La primera agrupa la serie de los **lantánidos** y la segunda, la de los **actínidos**. Varios de estos elementos no existen en la Naturaleza, como el ununseptio, sino que han sido sintetizados o creados de manera artificial a partir de otros, como calcio y berkelio.

Si bien se conocen más de cien elementos químicos, solo alrededor de un tercio de ellos son importantes en nuestra vida diaria. Los de los grupos 1, 2 y 13 a 18 reciben el nombre de **elementos representativos**, pues son los más abundantes en la Tierra y en el Universo.

## Con ciencia

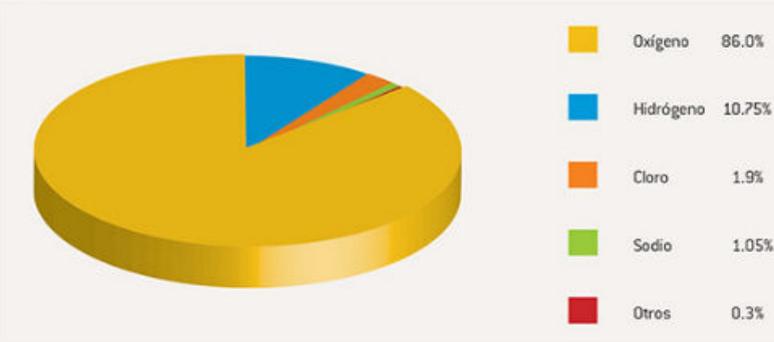
Con el propósito de que reflexiones sobre la abundancia de los elementos en nuestro planeta, reúnete con tu equipo. Observa las gráficas y realiza lo que se solicita.



© SANTILLANA

## Con ciencia

### Agua de mar



Las gráficas muestran los porcentajes de los elementos que son más abundantes en la corteza terrestre, en el agua de mar y en el cuerpo humano. Analízalas en equipo de manera que identifiques los elementos que conforman cada caso. Observa los valores de porcentaje para cada elemento e identifica aquellos que sean comunes en todos los casos.

Responde en tu cuaderno.

- ¿Cuáles son los tres elementos más abundantes en la corteza terrestre, en el agua y en el cuerpo humano? ¿Son metales o no metales?
- ¿A qué periodo y grupo pertenecen los elementos más abundantes en la corteza terrestre, el agua de mar y el cuerpo humano? Apóyate en la tabla periódica para responder.
- ¿Qué elemento del grupo 14 está presente en el cuerpo humano pero no en la corteza terrestre ni en el agua de mar?
- El elemento más abundante en la corteza terrestre forma diferentes compuestos importantes. ¿Cuál es? ¿En qué estado de agregación se encuentran estos compuestos?

La tabla periódica es un instrumento muy valioso que nos ofrece un resumen ordenado de las características más importantes de los elementos. Además, si conocemos las propiedades más relevantes de un grupo, podemos inferir o predecir el comportamiento de cualquier elemento de esa familia. El estudio de las propiedades de los elementos químicos, así como el descubrimiento de un patrón de comportamiento entre ellos han servido de guía para el desarrollo de materiales nuevos y útiles.

## Practica lo aprendido

En esta ocasión te proponemos elaborar una nota científica, similar a las de las revistas de divulgación científica, sobre un metal y un no metal.

- Elige con tu equipo ambos elementos e investiga información sobre sus aplicaciones en la industria y su uso cotidiano. Incluye algunos de los compuestos que forman.
- Averigua también sus efectos en el cuerpo humano o el ambiente, si es el caso.
- Intercambia tus notas científicas con otros equipos y, con la dirección de tu maestro, haz una crítica constructiva sobre la información plasmada en ellas.

© SANTILLANA

## Conéctate

Para profundizar en este tema el siguiente video te ayudará: "Tabla periódica" en "El mundo de la química", vol. 4, en *El video en el aula. Acervo y usos didácticos de la videoteca escolar. Educación secundaria. SEP, México, 1996.*

## Cierre

## 5.2. Carácter metálico, valencia, número y masa atómica

### Inicio

#### Aprendizaje esperado

El alumno:

- Identifica que los átomos de los diferentes elementos se caracterizan por el número de protones que los forman.

### Los compuestos de los minerales

Julián visitó el museo de geología y durante el recorrido se percató de que las fichas de información incluían fórmulas de los compuestos que forman los minerales:

Mineral	Fórmula del compuesto	Nombre del compuesto
Argentita	$Ag_2S$	Sulfuro de plata
Calcosina	$Cu_2S$	Sulfuro de cobre(I)
Covelina	$CuS$	Sulfuro de cobre(II)
Esfalerita	$ZnS$	Sulfuro de zinc
Estibinita	$Sb_2S_3$	Sulfuro de antimonio
Cínabrio	$HgS$	Sulfuro de mercurio

Identificó metales y no metales, pero no supo por qué el azufre forma compuestos con distinta cantidad de átomos de otros elementos o el significado de los números romanos entre paréntesis.

- ¿Qué elementos metálicos y no metálicos identificó Julián?
- ¿Cuántos átomos de cada elemento se combinan con el azufre?
- ¿Qué elementos forman más de un compuesto con el azufre? ¿Cómo lo sabes?

### Desarrollo

#### Carácter metálico

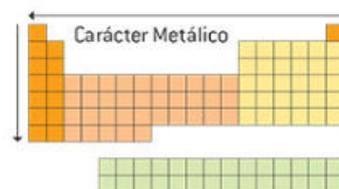


Figura 2.50. Los elementos más metálicos son los situados abajo y a la izquierda. Los menos metálicos se ubican arriba y a la derecha, excepto los gases nobles.

Los metales comparten algunas propiedades, pero otros los distinguen entre sí. Esto se debe a la estructura de sus átomos, principalmente a la cantidad de electrones de valencia que poseen: tienen pocos electrones de valencia, de uno a tres, que son atraídos débilmente por sus núcleos positivos. Por consiguiente, dichos electrones se mueven con libertad, por eso los elementos metálicos son buenos conductores de la electricidad.

Debido a lo anterior, los metales pierden o ceden con facilidad sus electrones de valencia, por ejemplo, cuando se enlazan con algunos elementos no metálicos. Al cederlos adquieren la misma cantidad de electrones de valencia que un gas noble, por lo cual sus átomos se vuelven estables. A la propiedad de los metales de ceder sus electrones con facilidad se le conoce como **carácter metálico**. La ubicación de los elementos en la tabla periódica permite identificar la tendencia de su carácter metálico (fig. 2.50).

© SANTILLANA

Dentro de un grupo, cuanto más abajo se ubica un elemento más metálico es. Esto significa que tiende a perder sus electrones con mayor facilidad. En un periodo, cuanto más a la izquierda se ubica el elemento, más metálico es. Por ejemplo, en el periodo 3 el elemento con mayor carácter metálico es el sodio, mientras que el cloro es el menos metálico. Puedes verificarlo en la tabla periódica del subcontenido anterior.

### Con ciencia

Con un compañero, ten a la mano una tabla periódica y realiza lo que se te pide. Puede ser la tabla de la página 133 u otra que consigas en una papelería o en Internet.

- Indica cuál elemento de cada una de estas parejas tiene mayor carácter metálico:
  - Ca o Mg
  - K o Cu
  - B o Ga
  - Ba o Pb
- Ordena los siguientes elementos de mayor a menor carácter metálico: F, Zn, Na, Al, Li, Br y Au.
- Comenta tus respuestas con el resto del grupo y, con la supervisión de tu maestro, realiza las modificaciones que consideres necesarias.

### Valencia

En el subcontenido "El orden en la diversidad de las sustancias: aportaciones del trabajo de Cannizzaro y Mendeleiev", mencionamos que uno de los criterios que utilizó Mendeleiev para clasificar los elementos fue el tipo de compuestos que forman con el hidrógeno y el oxígeno.

En la tabla propuesta por Mendeleiev (página 110) se observa que el oxígeno se combina con distintas cantidades de otros elementos. Por ejemplo, los elementos del grupo I forman compuestos con fórmula  $R_2O$ , lo cual significa que un átomo de oxígeno se combina con dos átomos de los elementos de ese grupo, por ejemplo,  $Li_2O$  y  $Na_2O$ .

En el caso de los elementos del grupo II, un átomo de oxígeno se combina solo con un átomo de los mismos y forma compuestos cuya fórmula general es  $RO$ . Tal es el caso del óxido de calcio ( $CaO$ ) y el óxido de magnesio ( $MgO$ ). Lo anterior significa que los átomos de los elementos tienen diferente capacidad para combinarse con otros.

La capacidad de combinación de los elementos se conoce como **valencia**, número que representa cuántos enlaces puede establecer un átomo de un elemento determinado. El hidrógeno tiene asignada una valencia de 1, lo cual significa que solo puede formar un enlace al combinarse con otro átomo.

Para asignar la valencia de los demás elementos se considera el número de enlaces que forman o podrían formar al unirse con el hidrógeno. Por ejemplo, el oxígeno tiene valencia 2, ya que un átomo de este elemento se combina con dos átomos de hidrógeno para formar la molécula de agua  $H_2O$ .

Un átomo de carbono se combina con 4 átomos de hidrógeno y se forma el metano,  $CH_4$ , por lo cual la valencia del carbono es 4 (fig. 2.51).

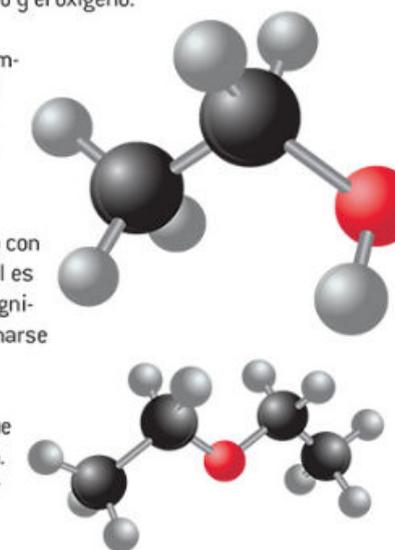


Figura 2.51. Las canicas negras representan el carbono; las grises, el hidrógeno y, las rojas, el oxígeno. ¿Qué valencia tendrá cada elemento?

© SANTILLANA

El acomodo de los elementos representativos en los grupos de la tabla periódica permite identificar su valencia más común, como se muestra en el cuadro 2.10.

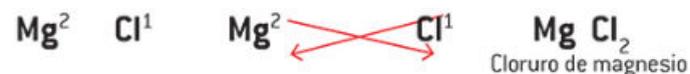
Cuadro 2.10. Valencias de algunos grupos de la tabla periódica							
Grupo	1	2	13	14	15	16	17
Valencia	1	2	3	4	3	2	1

Sin embargo, algunos elementos tienen más de una valencia, como se ve en el cuadro 2.11.

Cuadro 2.11. Elementos con más de una valencia					
Metales			No metales		
Nombre	Símbolo	Valencia	Nombre	Símbolo	Valencia
Cobre	Cu	1, 2	Bromo	Br	1, 3, 5, 7
Cromo	Cr	2, 3, 4, 5, 6	Carbono	C	2, 4
Hierro	Fe	2, 3	Cloro	Cl	1, 3, 4, 5, 6, 7
Mercurio	Hg	1, 2	Yodo	I	1, 5, 7
Plomo	Pb	2, 4	Nitrógeno	N	1, 2, 3, 4, 5

Para distinguir en un compuesto la valencia con que trabaja el metal, en el nombre correspondiente se incluye al final un paréntesis donde se indica su valencia con número romano. Por ejemplo, el cobre forma dos compuestos con el oxígeno; sus fórmulas son  $\text{Cu}_2\text{O}$  y  $\text{CuO}$  y tienen propiedades distintas. El nombre del primero es óxido de cobre(I); el del segundo, óxido de cobre(II).

Algunos no metales también tienen más de una valencia. Así, el carbono y el oxígeno forman compuestos con fórmulas  $\text{CO}$  y  $\text{CO}_2$ . Para nombrar los compuestos formados entre dos no metales se utilizan prefijos numéricos que indican cuántos átomos de los elementos forman el compuesto. Por ejemplo, monóxido de carbono ( $\text{CO}$ ) y dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ).



## Con ciencia

- Escribe la fórmula de los compuestos formados por los pares de elementos que te mostramos. Toma como base los cuadros de valencias de esta página. En el caso de metales con más de una valencia, escribe todas las fórmulas posibles:
  - Nitrógeno (N) e hidrógeno (H)
  - Hierro (Fe) y oxígeno (O)
  - Aluminio (Al) y cloro (Cl)
  - Sodio (Na) y flúor (F)
- Investiga el nombre de los compuestos formados y, con la orientación del maestro, compara tus resultados con el grupo. Haz las modificaciones que consideres necesarias.

## Número atómico

El descubrimiento de las partículas que forman el átomo (como protones, neutrones y electrones) y el avance en el conocimiento de las propiedades de los elementos modificaron el criterio para ordenarlos. En la tabla periódica moderna ya no se acomodan como lo propuso Mendeleiev, en orden creciente de sus masas atómicas.

En 1913, el físico inglés **Henry Gwyn Moseley** (1887-1915), con base en el análisis de las emisiones de rayos X de elementos contiguos en la tabla periódica, descubrió que los átomos de distintos elementos tienen diferente cantidad de protones.

Así surgió el concepto de **número atómico**, una propiedad que representa la cantidad de protones que tiene un átomo de un elemento. Es decir, no existen dos elementos con el mismo número atómico.

En el lenguaje de la química el número atómico se representa con la letra **Z**, como ya mencionamos:

$$Z = \text{número atómico} = \text{cantidad de protones en el núcleo}$$

Moseley (fig. 2.52) también propuso que los elementos pueden ordenarse con base en su número atómico.

La propuesta de Moseley permitió resolver algunas irregularidades que se presentaban al ordenar los elementos según su masa atómica. Por ejemplo, en el periodo 4 el cobalto (Co) tiene una masa de 58.93 y la del níquel (Ni) es de 58.69.

Si se considera la masa atómica como criterio de clasificación, como propuso Mendeleiev, el níquel debería ubicarse antes que el cobalto. Sin embargo, si se considera el número atómico (para el cobalto  $Z = 27$  y para el níquel  $Z = 28$ ) como criterio, la posición de ambos elementos queda invertida.

En la tabla periódica moderna los elementos se organizan en orden creciente de su número atómico. De esta manera, en cada periodo el primer elemento tiene el menor número atómico y, el último elemento, el mayor.

Por otro lado, al ordenar los elementos según su número atómico, sus propiedades se repiten de manera cíclica. Es decir, de manera natural, los elementos ubicados en un mismo grupo de la tabla periódica tienen propiedades similares.

La **ley periódica** propuesta por Mendeleiev en términos de la masa atómica se modificó. Ahora se expresa así:

“Las propiedades de los elementos son una función periódica de su número atómico”.

Recordemos que en el átomo de cualquier elemento la cantidad de protones (partículas con carga positiva) y electrones (partículas con carga negativa) es la misma. Por esta razón los átomos son neutros.



**Figura 2.52.** Henry G. Moseley falleció a los 27 años durante la Primera Guerra Mundial en el desembarco de los británicos en Galipoli, Italia.

### Para saber más

Los avances científicos y tecnológicos han permitido modificar la cantidad de protones en el núcleo de los átomos. Esto ha permitido sintetizar elementos químicos que no existen en la Naturaleza a partir de otros que sí lo hacen.

Tal es el caso del unseptium o unseptium con  $Z = 117$ , sintetizado por un equipo del Instituto de Investigación Nuclear de Dubna (Rusia), en colaboración con científicos de los Estados Unidos de América.

## Con ciencia

Retoma con tu equipo las tarjetas con las representaciones de Lewis que elaboraste en el subcontenido "Modelo atómico de Bohr" de este bloque, vuelve a leerlas y realiza lo que se solicita.

- Acomoda la tarjeta de cada elemento según su ubicación en la tabla periódica. Observa y responde en tu cuaderno:
  - ¿Qué tienen en común los elementos que se hallan en el mismo grupo?
  - ¿Qué sucede con los electrones de valencia de los elementos de un mismo periodo al desplazarnos de izquierda a derecha? ¿Cómo lo explicas?
  - Escribe en la tarjeta correspondiente la cantidad de electrones totales de cada elemento. ¿Qué propiedad, de las incluidas en la tabla periódica, te permite obtener este dato?
- Comparte tus respuestas con el grupo y, con la orientación de tu profesor, reflexiona sobre la expresión "El número atómico es como la huella digital de los elementos".

## Masa atómica

Esta propiedad corresponde a la masa que se asigna a un átomo de cada elemento. ¿De qué depende su valor? De la masa de las partículas que forman los átomos. En el núcleo de los átomos se ubican los protones y los neutrones. Fuera del núcleo se encuentran los electrones. Cada una de estas partículas tiene asignada una masa.

El protón y el neutrón tienen una masa de  $1.67 \times 10^{-24}$  kg mientras que la del electrón es de  $9.11 \times 10^{-28}$ . Dado que la masa de los electrones es mucho más pequeña, no se considera para el cálculo de la masa atómica. Los valores expresados en gramos son muy pequeños, lo cual complica el trabajo con ellos. Debido a lo anterior, se inventó una unidad para expresar la masa atómica; la **uma**. En la actualidad, para asignar el valor de la uma se toma como referencia un átomo del isótopo carbono-12 formado por seis protones, seis neutrones y seis electrones.

La comunidad química ha definido que un átomo de carbono-12 tiene una masa de 12 uma, que corresponde a la masa de los seis protones y los seis neutrones que existen en su núcleo. De esta manera, 1 uma equivale a la doceava parte (1/12) de la masa de un átomo de carbono-12. Las masas atómicas de los demás elementos se determinan tomando como referencia la masa de un átomo de carbono-12, de manera similar a lo que hizo Dalton cuando tomó el hidrógeno como base y le asignó un valor de masa atómica de 1 (fig. 2.53).

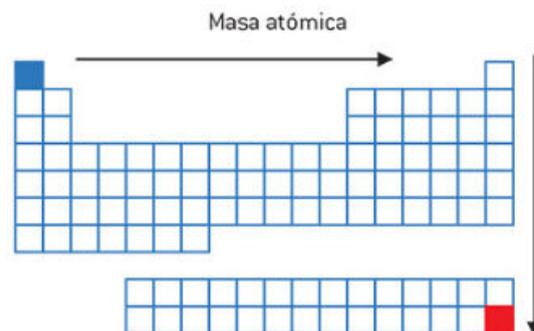


Figura 2.53. En la tabla periódica la masa atómica de los elementos aumenta al desplazarnos de arriba a abajo en un mismo grupo, así como de izquierda a derecha en un mismo periodo.

Puesto que no existen "fracciones" de protones o de neutrones y cada una de estas partículas tiene una masa asignada de 1 uma, se espera que los valores de las masas atómicas sean números enteros. Sin embargo, al revisar los valores de masas atómicas que se registran en la tabla periódica, observamos que algunos se acompañan de cifras decimales. Esto se debe a la existencia de isótopos que, como recordarás, son átomos de un mismo elemento con diferente cantidad de neutrones en su núcleo pero el mismo número de protones. Como consecuencia, cada isótopo tiene diferente masa atómica.

Por otro lado, la abundancia de cada isótopo en la Naturaleza es diferente. El valor de la masa atómica de cada elemento incluido en la tabla periódica es el promedio de las masas de los isótopos según su abundancia. Por ejemplo, los átomos de cloro-35 y cloro-37 tienen una masa de 34.97 y 36.97 uma, respectivamente. En una muestra de cloro, 75.53 % es de cloro-35 y el resto se puede considerar cloro-37. Para calcular su masa promedio, se realizan las operaciones siguientes:

$$\begin{aligned} \text{Masa atómica promedio del cloro} &= [34.97 \text{ uma} \times 0.7553] + [36.97 \text{ uma} \times 0.2443] \\ &= 26.41 \text{ uma} + 9.03 \text{ uma} \\ &= 35.44 \text{ uma} \end{aligned}$$

## Con ciencia

La gráfica de la figura 2.54 muestra la abundancia de los isótopos del magnesio (Mg). En el cuadro 2.12 se muestra la masa de cada uno.

Isótopo	Masa atómica (uma)
Magnesio-24	23.9850
Magnesio-25	24.9858
Magnesio-26	25.9826

Calcula la masa atómica promedio de un átomo de magnesio y compárala con la que se reporta en la tabla periódica. Pide al profesor que te evalúe.

Abundancia de los isótopos de magnesio

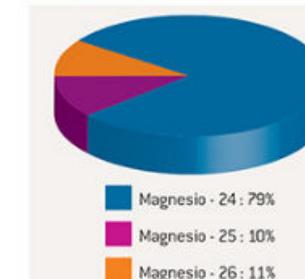


Figura 2.54. El magnesio es el tercer elemento más abundante en el agua de mar.

## Practica lo aprendido

En equipo vuelve a responder las preguntas planteadas al inicio de esta secuencia. Reflexiona sobre las diferencias en las respuestas, si es el caso.

Al final comparte tus resultados con el resto del grupo y comenta la utilidad de la tabla periódica para identificar algunas propiedades de los átomos de los elementos.

- Ordena de menor a mayor el carácter metálico de cada elemento de los compuestos incluidos en el texto inicial.
- Indica la valencia de los elementos que forman dichos compuestos.
- Busca en la tabla periódica los valores de masa atómica y número atómico de cada uno.
- Investiga en Internet algunas aplicaciones de los minerales incluidos en el cuadro del texto inicial. Presenta tus resultados al profesor para que te evalúe.

## Cierre

## 5.3. Importancia de los elementos químicos para los seres vivos

### Inicio

#### Aprendizaje esperado

##### El alumno:

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

### El costo químico del ser humano

Liliana leyó un artículo en un periódico que decía que “en términos puramente químicos, la vida humana cuesta cerca de veinte pesos”. En la misma nota se incluían los elementos que integran el organismo del ser humano (cuadro 2.12):

Cuadro 2.12. Elementos que conforman al ser humano			
Elemento	% en masa	Elemento	% en masa
Oxígeno	65	Cloro	0.15
Carbono	18	Magnesio	0.05
Hidrógeno	10	Flúor	0.02
Nitrógeno	3	Hierro	0.006
Calcio	1.5	Zinc	0.0033
Fósforo	1	Cobre	0.00014
Azufre	0.3	Plomo	0.0001
Potasio	0.2	Yodo	0.00004
Sodio	0.15	Arsénico	0.00002

- ¿Cuáles son los elementos más abundantes en el cuerpo humano?
- ¿Cuáles compuestos son los principales formadores de los seres vivos?
- ¿Qué opinas sobre el “costo químico” del cuerpo humano?

### Desarrollo

#### Composición de los seres vivos

La materia que constituye a los seres vivos está formada por elementos químicos, fundamentalmente por C, H, O, N, P y S. En tu curso de Ciencias 1 te indicamos que el agua constituye alrededor de 75% de nuestro organismo, lo cual explica en parte la abundancia de oxígeno e hidrógeno. Sin embargo, estos dos elementos se unen a otros y forman compuestos importantes.

Respecto del carbono, en el subcontenido anterior revisamos que una de sus valencias es 4, lo cual significa que tiene cuatro electrones disponibles para enlazarse o unirse con otros átomos. Una particularidad de este elemento es que sus átomos se pueden unir entre sí para formar compuestos que contienen desde dos átomos hasta cientos e incluso miles de átomos.

A su vez, los átomos de carbono pueden unirse con átomos de otros elementos: hidrógeno, oxígeno, nitrógeno, azufre y fósforo. Así se forman moléculas muy grandes llamadas macromoléculas, como las proteínas, los carbohidratos y los lípidos. Estos compuestos se encuentran en los seres vivos, por lo que se conocen como **biomoléculas** (fig. 2.55).

### Las proteínas

Estas biomoléculas deben su nombre a la palabra griega *proteios*, que significa “primero” o “de importancia primordial” y forman parte de los compuestos esenciales para los seres vivos (fig. 2.56). Las proteínas desempeñan diversas funciones en nuestro organismo, como las que se muestran en el cuadro 2.13.

Cuadro 2.13. Funciones de las proteínas

Función	Descripción	Ejemplo
Estructural	Forman estructuras como membranas celulares, órganos y tejidos.	Queratina. Forma parte de la piel, uñas y pelo.
Movimiento y contracción	Mueven los músculos.	Actina y miosina.
Transporte	Transportan sustancias y partículas como oxígeno, lípidos y electrones.	Hemoglobina de la sangre encargada del transporte de oxígeno.
Anticuerpos	Defensa del organismo contra el ataque de agentes externos como virus y bacterias.	Inmunoglobulinas.
Hormonal	Funcionan como mensajeros que ocasionan una respuesta específica en el organismo.	Insulina que regula la concentración de glucosa en la sangre.
Enzimática	Controlan cambios químicos o reacciones mediante la disminución de la energía requerida para iniciar dichos procesos.	La amilasa de la saliva que interviene en la transformación del almidón en glucosa.
Nucleoproteica	Transmisión hereditaria y síntesis de proteínas para formar tejidos.	Protaminas que se unen al ácido desoxirribonucleico (ADN) en los espermatozoides.

Las proteínas están constituidas principalmente por carbono [C], hidrógeno [H], oxígeno [O] y nitrógeno [N]. En algunos casos también por azufre [S] y fósforo [P]. Estos elementos se unen entre sí y forman compuestos conocidos como **aminoácidos**. La unión de muchos aminoácidos constituye a las proteínas, de manera similar a una cadena formada por muchos eslabones.

En el lenguaje de la química, a las estructuras formadas por la unión de muchas unidades se les conoce como polímeros y a cada unidad se le llama monómero. Así, las proteínas son polímeros y los aminoácidos constituyen los monómeros.

Se conocen veinte aminoácidos que al unirse entre sí forman una gran variedad de proteínas, al igual que las letras del alfabeto se combinan para integrar palabras distintas. En el cuadro 2.14, de la siguiente página, se muestran las fórmulas de algunos aminoácidos.

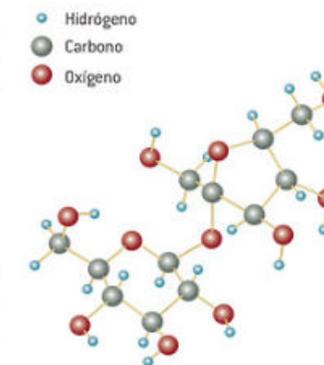


Figura 2.55. En este modelo de la sacarosa o azúcar de mesa los átomos de carbono se representan con esferas grises, los de oxígeno con rojas y los del hidrógeno en azul.

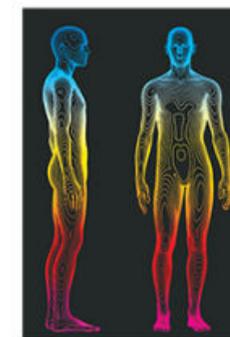
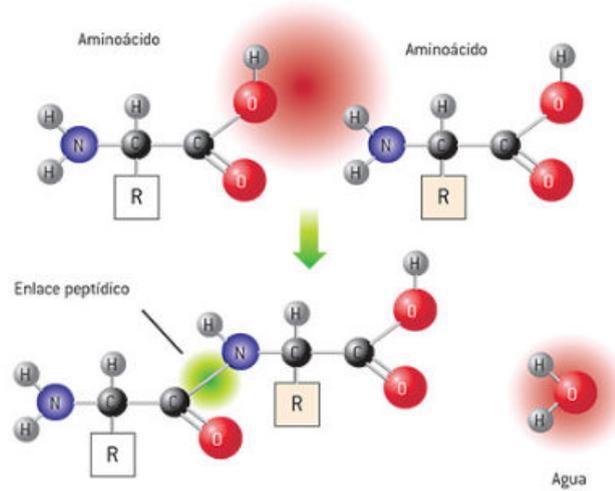


Figura 2.56. Los huesos, cartílagos, tendones y ligamentos de nuestro cuerpo contienen proteínas.

### Conéctate

Si deseas ahondar en el tema de las proteínas te recomendamos el siguiente libro. Agustín López Munguía-Canales. *Las proteínas*, SEP, Libros del escarabajo, México, 2005. Libros del Rincón.

Cuadro 2.14. Fórmulas de algunos aminoácidos	
Nombre	Fórmula
Ácido aspártico	$C_4H_7NO_4$
Alanina	$C_3H_7NO_2$
Cisteína	$C_3H_7NO_2S$
Glicina	$C_2H_5NO_2$



**Figura 2.57.** Cada aminoácido contiene un grupo carboxilo y uno amino, por lo que se puede unir a otros dos aminoácidos.

Si observas las fórmulas de los aminoácidos identificarás que en todas existen dos conjuntos de átomos que se conocen como grupos funcionales. Uno de ellos es el grupo amino ( $-NH_2$ ) y, el otro, el grupo carboxilo ( $-COOH$ ).

Cuando se unen los aminoácidos se forma un enlace, conocido como peptídico, entre el grupo amino de un aminoácido y el grupo carboxilo de otro (fig. 2.57). Así se forman las cadenas de aminoácidos que constituyen a las proteínas.

Por otro lado, el organismo humano puede sintetizar doce de los veinte aminoácidos pero los otros ocho [isoleucina, fenilalanina, leucina, lisina, metionina, treonina, triptófano y valina] deben obtenerse de los alimentos, razón por la que se les llama **esenciales**.

La principal fuente de aminoácidos esenciales son las proteínas de origen animal (carne, huevo, leche y productos lácteos) y algunas combinaciones de proteínas vegetales, como las de las tortillas de maíz y los frijoles.

Las proteínas tienen propiedades que se modifican si se alteran las condiciones en el medio en el cual se encuentran: acidez, concentración de sales y variación de la temperatura (fig. 2.58). Este proceso se conoce como desnaturalización.



**Figura 2.58.** La albúmina contenida en la clara del huevo se desnaturaliza al incrementar su temperatura.

## Los carbohidratos

Es común que los corredores de maratón consuman grandes cantidades de pastas y otros alimentos ricos en almidón un día antes de la competencia. Esto les permite almacenar carbohidratos que les proveen de la energía necesaria durante la carrera. Los carbohidratos son compuestos formados por carbono, hidrógeno y oxígeno. También se les conoce como sacáridos, glúcidos o hidratos de carbono.

El carbohidrato más importante para los seres vivos, incluyendo a los seres humanos, es la glucosa ( $C_6H_{12}O_6$ ), formada por seis átomos de carbono, doce átomos de hidrógeno y seis átomos de oxígeno. Durante la respiración aeróbica (la que sucede en presencia de oxígeno), la glucosa se transforma en dióxido de carbono ( $CO_2$ ) y agua ( $H_2O$ ). En este proceso se libera energía, que los seres vivos utilizan para realizar diversas funciones.

Los carbohidratos también constituyen reservas de energía. En vegetales como las gramíneas (trigo), leguminosas (frijoles) y tubérculos (papa), los carbohidratos se almacenan en forma de almidón. En los animales la reserva de glucosa la constituye el glucógeno, pero si se consumen carbohidratos en exceso, estos se almacenan como grasas en el tejido adiposo. Por eso engordamos cuando comemos más dulces, frutas y harinas de los necesarios.

Algunos carbohidratos forman parte de las estructuras de plantas y animales, como la celulosa de las plantas, los peptidoglicanos de las paredes celulares de las bacterias y la quitina de los **exoesqueletos** de los insectos y artrópodos. Los carbohidratos se clasifican en monosacáridos, disacáridos y polisacáridos de acuerdo con el número de unidades que los componen. Los **monosacáridos** son los más sencillos y están formados por una sola molécula, son sólidos a temperatura ambiente y tienen un sabor dulce, como la glucosa (fig. 2.59).

Los **disacáridos** están formados por dos monosacáridos; un ejemplo es la sacarosa o azúcar de mesa, formada por glucosa y fructosa. Los **polisacáridos**, como el almidón (fig. 2.60), están constituidos por muchas unidades de monosacáridos. En el cuadro 2.15 se muestran algunos de los carbohidratos más comunes.

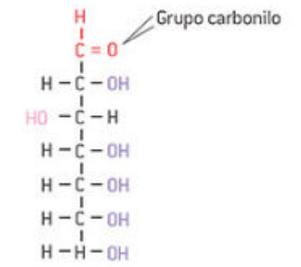
Cuadro 2.15. Carbohidratos más comunes		
Nombre	Tipo	¿Dónde se encuentra?
Glucosa	Monosacárido	Frutas dulces, miel, jarabe de maíz
Fructosa o azúcar de la fruta	Monosacárido	En frutas y miel. Es el más dulce de los carbohidratos
Ribosa	Monosacárido	Forma parte del ARN (ácido ribonucleico)
Sacarosa o azúcar de mesa	Disacárido (glucosa + fructosa)	Caña de azúcar y betabel
Lactosa o azúcar de la leche	Disacárido (glucosa + galactosa)	Leche humana y de vaca
Almidón	Polisacárido formado por unidades de glucosa	Cereales como arroz, maíz y trigo. Tubérculos como la papa
Celulosa	Polisacárido formado por unidades de glucosa	Algodón, papel y madera

Como se observa en el cuadro 2.15, tanto el almidón como la celulosa están constituidos por moléculas de glucosa. Sin embargo, la cantidad de moléculas de glucosa que tienen y la forma en que se unen o enlazan es diferente, por lo que tienen propiedades distintas.

Por ejemplo, el almidón es una de las principales fuentes de glucosa para los seres humanos, mientras que la celulosa no puede utilizarse como alimento, pero sí aporta fibra necesaria para el funcionamiento adecuado de nuestro intestino grueso. Debido a su composición y estructura, los carbohidratos tienen diferentes propiedades como solubilidad, poder edulcorante (dulzura) y comportamiento ante otras sustancias.

## Los lípidos

Las grasas y los aceites forman parte de los lípidos, compuestos formados por carbono (C), hidrógeno (H) y oxígeno (O). Aunque esta composición es similar a la de los carbohidratos, los lípidos contienen menos átomos de oxígeno en sus moléculas.



**Figura 2.59.** Los carbohidratos más sencillos tienen en su estructura un grupo carbonilo formado por un átomo de carbono unido con un doble enlace al oxígeno.

## Glosario

**exoesqueleto.** Tejido exterior rígido que recubre el cuerpo de los invertebrados.



**Figura 2.60.** El olor característico del pan tostado se debe a la maltosa, un disacárido que se forma cuando se rompen las moléculas de almidón y celulosa durante el calentamiento del pan.

## Glosario

**arterioesclerosis.**  
Endurecimiento de las arterias debido a la acumulación de un lípido llamado colesterol.

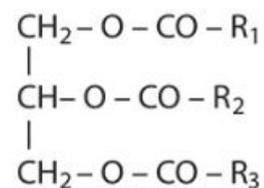


Figura 2.61. Fórmula de un triglicérido en el que los grupos R son las cadenas de ácidos carboxílicos. Los átomos restantes son el glicerol.

Muchas personas asocian la palabra grasa con enfermedades como la obesidad, la **arterioesclerosis** y los infartos cardiacos. La relación proviene de que en la mayoría de los casos estos padecimientos se originan por una alimentación inadecuada en la que abundan grasas, aceites y carbohidratos.

Los aceites son líquidos a temperatura ambiente y se encuentran en semillas como las de maíz, aceitunas (oliva), cacahuete y cártamo. Las grasas son sólidas a temperatura ambiente y abundan en alimentos de origen animal: mantequilla, margarina, mayonesa y carnes rojas. Otro tipo de lípidos son las ceras, compuestos sólidos con puntos de fusión más altos que las grasas; se utilizan como base de productos para pulir los automóviles y las abejas las usan para construir los panales.

En general, los lípidos son insolubles en agua pero solubles en éter, cloroformo, acetona y benceno. La mayoría de grasas y aceites están constituidos por largas cadenas de ácidos carboxílicos, conocidos como triglicéridos, unidos a una molécula de glicerol (fig. 2.61). La longitud de las cadenas de carbono en los ácidos carboxílicos de los triglicéridos es la causante de que los lípidos sean insolubles en agua.

Tal vez la función más conocida de los lípidos sea que constituyen la principal reserva de energía de nuestro organismo, pero cumplen otras funciones importantes: forman parte de la membrana de las células, constituyen hormonas (como las sexuales) y proporcionan aislamiento térmico y amortiguación. Las grasas y aceites se usan en la industria para elaborar jabones. En el Bloque 4 te proponemos realizar un proyecto sobre esto.

## Con ciencia

### Para saber más

Cuando se metabolizan algunos lípidos en presencia de aire, uno de los compuestos que se obtiene es el agua. Esto lo aprovechan los animales que viven en los desiertos, como los camellos y dromedarios, para producir este líquido vital a partir de la grasa de su joroba.

**Propósito:** Identificar algunas propiedades de las proteínas, los carbohidratos y los lípidos.

#### Experimento 1. Proteínas

##### Materiales:

- 1 coladera
- 1 vaso de vidrio transparente
- 1 cuchara
- 100 ml de leche
- 1 filtro de café
- jugo de limón

##### Procedimiento:

- Vierte la leche en el vaso y añade el jugo de limón. Antes de hacerlo plantea una hipótesis sobre lo que piensas que ocurrirá y escríbela en tu cuaderno.
- Agita con la cuchara y deja reposar durante treinta minutos.
- Coloca el papel filtro en la coladera y vacía la mezcla del vaso.
- Observa la consistencia del sólido retenido y regístrala en tu cuaderno.

#### Experimento 2. Carbohidratos

##### Materiales:

- 3 vasos de vidrio transparente
- 1 cuchara
- 500 ml de agua
- Piloncillo molido
- Almidón
- Azúcar
- 1 gotero con solución de yoduro de potasio

##### Procedimiento:

- Antes de iniciar, plantea una hipótesis considerando: ¿cuál de los carbohidratos será más dulce? ¿Cuál será el más soluble?
- Comenta con tu profesor sobre la posibilidad de probar un poco de almidón, piloncillo y azúcar. Entre cada muestra, enjuaga tu boca con agua potable y anota tus resultados en el cuaderno.
- Coloca 150 ml de agua en cada vaso y etiquétalos como azúcar, piloncillo y almidón.
- Vierte una cucharada de azúcar en el vaso correspondiente y agita. Añade más azúcar hasta que ya no se disuelva en el agua.
- Repite lo anterior para el piloncillo y el almidón. Recuerda anotar sus observaciones.
- Añade un gotero de solución de yoduro de potasio en cada vaso y anota qué sucede.

#### Experimento 3. Lípidos

##### Materiales:

- 1 bolsa de papel de estraza
- 3 copas tequileras
- 1 cuchara
- 20 g de manteca
- 50 ml de aceite de cocina
- 1/2 cucharada de alcohol etílico

##### Procedimiento:

- Propón una hipótesis con estas preguntas: ¿qué ocurrirá con el aceite, la manteca y el alcohol al entrar en contacto con agua?, ¿qué pasará al colocarlos en el papel de estraza?
- Etiqueta las copas tequileras como manteca, aceite y alcohol. Agrega un pedazo de manteca, media copa de aceite y media de alcohol en los recipientes correspondientes. Anota lo que sucede en su cuaderno.
- Corta cuatro pedazos de papel de estraza y etiquétalos como manteca, aceite, alcohol y agua. Luego coloca una muestra de cada compuesto y espera cinco minutos. Registra lo que ocurre en el papel.

##### Conclusiones:

- Identifica si se corroboran tus hipótesis. Discute con tu equipo la razón y anota en tu cuaderno.
- Compara tus resultados con los del grupo y, bajo la supervisión de tu maestro, obtén conclusiones sobre las propiedades de las biomoléculas analizadas.

Las biomoléculas están constituidas principalmente por los elementos C, H, O, N, P y S, pero existen otros elementos, metales y no metales, que son importantes para el adecuado funcionamiento del organismo. Al concluir el bloque te proponemos un proyecto sobre esto.

## Practica lo aprendido

Con tu equipo elabora un cartel en el que comparen la composición y estructura química de los carbohidratos, los lípidos y las proteínas. Luego expongan el cartel ante el grupo y, con la orientación del maestro, reflexionen sobre la abundancia de los elementos (C, H, O, N, P y S) y su importancia para los seres vivos.

## Promoción de la salud

Los triglicéridos pueden acumularse en el organismo, producir endurecimiento y estrechamiento de las arterias y poner en riesgo la salud, pues generan enfermedades como arterioesclerosis, infarto o derrame cerebral. Los niveles de triglicéridos aumentan debido a varios factores, entre los que se encuentran el sobrepeso, el alto consumo de calorías, enfermedades como la diabetes y las derivadas de los riñones, así como factores hereditarios. Los niveles normales de triglicéridos están por debajo de 150 mg/dl. Una dieta baja en carbohidratos y azúcares puede contribuir a disminuir los niveles de triglicéridos.

## Cierre

## 6.1 Modelos de enlace: covalente e iónico

## Inicio



**Figura 2.62.** La escasez, la contaminación y el mal uso del agua potable constituyen uno de los grandes retos a los que se enfrenta la humanidad del siglo XXI.

## Aprendizajes esperados

## El alumno:

- 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).

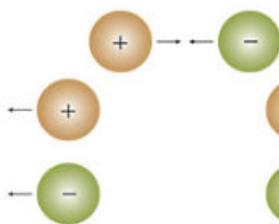
*Durante las vacaciones de fin de año, Francisco y su familia fueron de vacaciones a un lugar de baja población que visitaban cuando él era pequeño. Francisco estaba entusiasmado, pues recordaba haber pasado muy buenos momentos nadando en un lago de agua cristalina.*

*Grande fue su sorpresa al encontrarse con que la población se había incrementado considerablemente, en el lago flotaban varios objetos y el agua se veía sucia (fig. 2.62).*

- ¿Qué tipo de sustancias conoces que contaminan el agua?
- ¿Qué propiedades del agua favorecen su contaminación?
- ¿Qué fuerzas mantienen unidos a los átomos del agua y de otras sustancias?

## Desarrollo

## Algo más sobre el enlace químico



**Figura 2.63.** Las partículas con cargas distintas se atraen y las que tienen la misma carga se repelen.

Los elementos son sustancias puras formadas por átomos similares y se clasifican en la tabla periódica en orden creciente de su número atómico, mientras que los compuestos están constituidos por la unión química de dos o más elementos distintos.

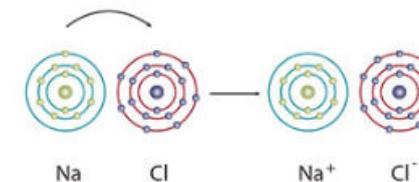
En el subcontenido "Enlace químico" de este bloque, te explicamos que solo los electrones de valencia intervienen cuando se unen los átomos. Sin embargo, lo que los mantiene unidos son las fuerzas eléctricas (fig. 2.63) entre las partículas con cargas de signo opuesto existentes en los átomos.

Cuando dos átomos se encuentran alejados, no interactúan entre sí. Sin embargo, conforme se acercan, el electrón de uno interactúa con el núcleo del otro. Pero también surge una repulsión entre los núcleos con carga positiva, así como entre los electrones de ambos átomos.

No obstante, existe una distancia a la cual se equilibran las fuerzas de atracción y repulsión entre los átomos y es cuando ocurre el **enlace químico**: los electrones de un átomo son atraídos por el núcleo del otro, en especial los electrones de valencia. Existen diferentes formas en que interactúan los electrones de valencia de un átomo con el núcleo de otro y esto da lugar a diferentes modelos de enlace que revisaremos a continuación.

## El enlace iónico

Este tipo de unión se presenta entre los iones. En general, los **metales** tienden a ceder sus electrones y los **no metales** a aceptarlos. Veamos lo que sucede entre el sodio (un metal) y el cloro (un elemento no metálico). Cuando estos elementos entran en contacto, el electrón de valencia del sodio se transfiere al átomo de cloro y se forman el ion sodio ( $\text{Na}^+$ ) y el ion cloruro ( $\text{Cl}^-$ ).



**Figura 2.64.** Los iones de sodio y cloruro cumplen con la regla del octeto, por lo que son más estables que sus átomos correspondientes.

Los iones que se obtienen tienen ahora completa su capa de valencia con ocho electrones, de manera similar a los gases nobles (fig. 2.64). En el subcontenido "Enlace químico" de este bloque puedes consultar la referencia a la regla del octeto.

El ion de sodio tiene carga positiva ( $\text{Na}^+$ ) y, el ion cloruro, carga negativa ( $\text{Cl}^-$ ), por lo que se atraen mediante **fuerzas electrostáticas**. Este tipo de unión entre iones de carga opuesta se denomina **enlace iónico**. El número de la carga positiva de los cationes corresponde a la cantidad de electrones cedidos, mientras que el de los aniones [carga negativa] indica la cantidad de electrones aceptados. Cuando se trata de un solo electrón, no se escribe el número, solo la carga.

El proceso de cesión y aceptación de un electrón entre un átomo de sodio y uno de cloro se repite con muchos pares de átomos de estos elementos que se acomodan de manera ordenada en lo que se conoce como **red cristalina**. Este es el caso de la sal común o cloruro de sodio ( $\text{NaCl}$ ), compuesto formado por iones sodio y iones cloruro (fig. 2.65).

Los compuestos formados por cationes y aniones se conocen como **compuestos iónicos** y son agregados de iones que forman una red cristalina. La fórmula de los compuestos iónicos indica la proporción de iones en el compuesto. En esta aparece primero el símbolo del elemento metálico y después el del no metálico. Por ejemplo, la fórmula del cloruro de sodio es  $\text{NaCl}$ , la cual indica que, por cada ion de sodio, existe un ion cloruro. Cuando la cantidad de iones del elemento es diferente de uno, se coloca el número como subíndice a la derecha del símbolo correspondiente. Por ejemplo, la proporción de iones en el cloruro de aluminio es de tres iones cloruro por un ion de aluminio y su fórmula es  $\text{AlCl}_3$ .

Aunque los compuestos iónicos están formados por iones que tienen carga positiva o negativa, el compuesto es neutro, es decir, no tiene carga, debido a que en el compuesto existe la misma cantidad de iones con cargas positivas y negativas. Por ejemplo, el calcio es un metal que se ubica en el grupo 2 de la tabla periódica, por lo que tiene dos electrones de valencia. Cuando este elemento se enlaza con un no metal, cede dos electrones y se forma el ion calcio con carga  $2+$ :  $\text{Ca}^{2+}$ .

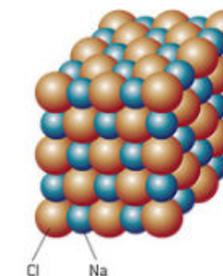


Otro ejemplo es el bromo, ubicado en el grupo 17, que posee siete electrones de valencia, por lo que le hace falta solo un electrón para completar su capa de valencia. Cuando esto último ocurre, se forma el ion bromuro con carga  $1-$ :  $\text{Br}^-$ .



## Glosario

**fuerza electrostática.** Fuerza de atracción o repulsión que sucede entre partículas de la misma o de diferente carga.



**Figura 2.65.** Cada ion sodio está rodeado de seis iones cloruro y cada ion cloruro de seis iones sodio.

## Conéctate

Si quieres conocer un poco más sobre el enlace iónico, revisa la siguiente liga: [objetos.unam.mx/quimica/enlaceionico/](http://objetos.unam.mx/quimica/enlaceionico/) [Fecha de consulta: 17 de octubre de 2016].

Para que este compuesto sea neutro, un ion de calcio se combina con dos iones bromuro. La carga 2+ del calcio se neutraliza con las dos cargas negativas, una de cada ion bromuro. Así, la fórmula del compuesto es  $\text{CaBr}_2$  y su nombre es bromuro de calcio. La ubicación de los elementos representativos en la tabla periódica permite identificar la cantidad de electrones de valencia que poseen sus átomos, excepto del helio, que tiene dos electrones:

Grupo	1	2	13	14	15	16	17	18
Electrones de valencia	1	2	3	4	5	6	7	8

Para nombrar los compuestos formados por un metal y un no metal, se añade el sufijo *-uro* al nombre del no metal seguido de la palabra "de" y el nombre del elemento metálico. Por ejemplo: cloruro de litio ( $\text{LiCl}$ ) y sulfuro de aluminio ( $\text{Al}_2\text{S}_3$ ). En el caso de que el no metal sea oxígeno, el compuesto se nombra con la palabra "óxido", la preposición "de" y el nombre del metal: óxido de potasio ( $\text{K}_2\text{O}$ ) y óxido de calcio ( $\text{CaO}$ ).

## Con ciencia

Para familiarizarte con la formación de los compuestos iónicos, reúnete con un compañero y clasifica estos elementos como metales y no metales.

- K y Br
  - Na y O
  - Mg y F
- Identifica la cantidad de electrones de valencia de cada uno de los átomos de los elementos anteriores de acuerdo con su posición en la tabla periódica.
  - Dibuja las estructuras de Lewis de los átomos e indica la cantidad de electrones que pueden ceder o aceptar cada uno de estos elementos.
  - Escribe la representación del ion correspondiente y determina la proporción en que deben unirse cada uno de los pares de iones para que el compuesto sea neutro.
  - Determina la fórmula de cada compuesto.
  - Comparte los resultados de tu actividad con el resto del grupo y, con la orientación de tu profesor, asigna el nombre a cada compuesto.

## El enlace covalente

En el subcontenido "Enlace químico" de este libro, revisamos la propuesta de Gilbert Newton Lewis: al unirse, los átomos de algunos elementos comparten sus electrones de valencia, en lugar de ganarlos o perderlos. Este modelo se conoce como **enlace covalente** y este tipo de unión química se presenta entre los **no metales**, como el hidrógeno (H), el carbono (C), el nitrógeno (N), el oxígeno (O), el azufre (S) y el cloro (Cl). Lewis propuso la estructura de puntos para explicar el enlace covalente.

Este tipo de enlace se presenta en átomos de elementos con cuatro o más electrones de valencia. ¿Qué ocurre cuando se combinan dos átomos de flúor (F) para formar una molécula de  $\text{F}_2$ ? El flúor es un no metal de la familia 17 y tiene siete electrones de valencia. Puedes observar su estructura de Lewis al lado y cuando se combina con otro átomo de flúor. Así, cada átomo cumple con la regla del octeto.



Cada átomo de flúor comparte un electrón de valencia. Así, cada uno tiene ocho electrones de valencia y diez electrones en total, la misma cantidad que el gas noble más cercano, en este caso el neón. Cuando se comparte un par de electrones, se forma un enlace covalente que se puede representar con una línea, como se indica a continuación:



La fórmula de la molécula de flúor es  $\text{F}_2$ . Las sustancias que se unen mediante enlaces covalentes no forman redes cristalinas como los compuestos iónicos, sino **moléculas**, es decir, grupos de dos o más átomos sin carga, que se mantienen unidos al compartir electrones.

Los elementos no metálicos se pueden unir entre sí y formar moléculas de elementos (como el hidrógeno,  $\text{H}_2$ ; el oxígeno,  $\text{O}_2$ ; el nitrógeno,  $\text{N}_2$ , y el cloro,  $\text{Cl}_2$ ) o moléculas de compuestos (como el dióxido de carbono,  $\text{CO}_2$ ; el amoníaco,  $\text{NH}_3$ , y el metano o gas natural,  $\text{CH}_4$ ). Por eso reciben el nombre de sustancias **covalentes** o **moleculares** (fig. 2.66).

Hay algunos elementos que al unirse comparten más de un par de electrones para tener completa su capa de valencia. Si se comparten dos pares de electrones (cuatro en total), se forma un enlace covalente doble, mientras que al compartirse tres pares (seis electrones) se trata de un enlace covalente triple. Por ejemplo, en el dióxido de carbono,  $\text{CO}_2$ , el átomo de carbono se une con un doble enlace a cada uno de los átomos de oxígeno:



## Conéctate

Revisa los contenidos sobre enlaces entre átomos de esta página y después realiza las actividades finales. Si tienes dudas, coméntalas con tu maestro. [curso.cnice.mec.es/cnice2005/93\\_iniciacion\\_interactiva\\_materia/curso/materiales/enlaces/enlaces1.htm](http://curso.cnice.mec.es/cnice2005/93_iniciacion_interactiva_materia/curso/materiales/enlaces/enlaces1.htm) [Fecha de consulta: 17 de octubre de 2016].

## Con ciencia

Reúnete con otro compañero y, con ayuda de su maestro, realiza lo que se solicita.

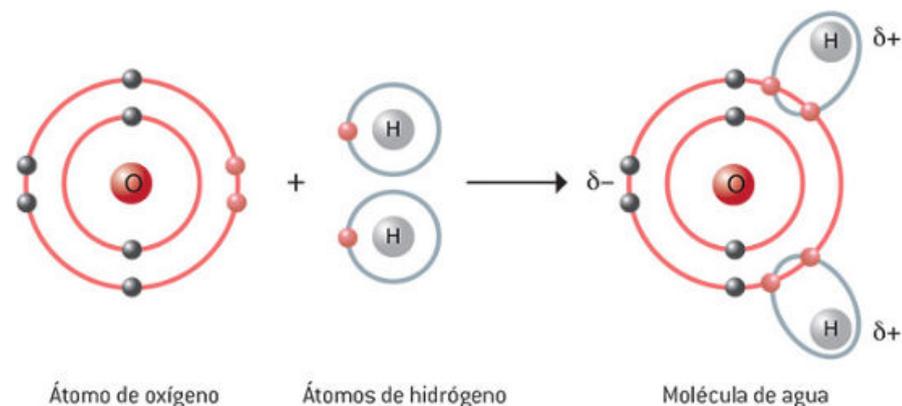
- Clasifica como metales o no metales los elementos que integran cada uno de los compuestos siguientes y determina el tipo de enlace que se forma entre sus átomos. Ten en cuenta la valencia de cada elemento, así como que pueden existir enlaces covalentes sencillos, dobles y triples.
  - $\text{CH}_4$
  - $\text{C}_2\text{H}_4$
  - $\text{C}_2\text{H}_2$
- Dibuja la estructura de Lewis de los elementos que forman cada compuesto.
- Escribe la estructura de Lewis de la molécula de cada compuesto de tal forma que se cumpla con la regla del octeto. Recuerda que el hidrógeno es una excepción y considera que el átomo de carbono puede unirse mediante enlaces dobles o triples en los compuestos que forma.
- Dibuja las fórmulas de los compuestos en las cuales representes con líneas los enlaces covalentes entre los átomos.
- Compara tus resultados con los del grupo. Pide al profesor que te evalúe.



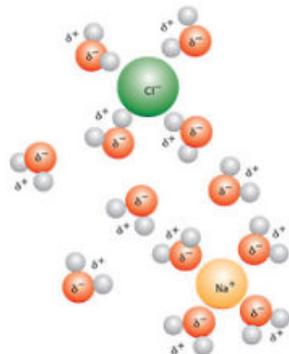
Figura 2.66. La glicerina [a] y el oxígeno [b] son ejemplos de sustancias covalentes.

## El enlace covalente polar

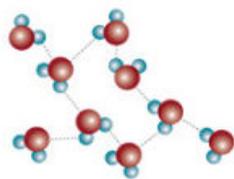
Es probable que ya conozcas muchas de las propiedades del agua y hayas identificado su importancia tanto para los seres vivos como para la realización de diversas actividades humanas. Las propiedades del agua, como las de otros compuestos, se relacionan con su composición y la manera en que se unen los átomos de los elementos que la constituyen.



**Figura 2.67.** En el enlace de la molécula de agua el núcleo del oxígeno tiene mayor capacidad que el núcleo del hidrógeno para atraer los electrones del enlace, pero no existe una transferencia, como cuando se forman los iones.



**Figura 2.68.** Las moléculas de agua, se orientan de acuerdo con la carga del ion y los separan de la red cristalina.



**Figura 2.69.** El puente de hidrógeno se presenta entre moléculas en las cuales el hidrógeno está unido a átomos de oxígeno, nitrógeno o flúor.

La molécula de agua está formada por dos átomos de hidrógeno unidos mediante enlaces covalentes con el oxígeno. Sin embargo, el par de electrones compartidos de cada enlace no se distribuye igual, sino que está desplazado hacia el átomo de oxígeno, lo que ocasiona cargas parciales positivas ( $\delta^+$ ) y negativas ( $\delta^-$ ) en la molécula (fig. 2.67). Se trata de un enlace **covalente polar**.

La existencia de estas cargas parciales en la molécula del agua explica su gran capacidad como disolvente, en especial de los compuestos iónicos (fig. 2.68) y algunos compuestos moleculares que también presentan polaridad, como el azúcar (sacarosa) y el alcohol etílico. En el caso del cloruro de sodio que se muestra en la figura 2.68, el ion cloruro es atraído por la carga parcial positiva de los hidrógenos del agua y el ion sodio por la carga parcial negativa del oxígeno.

La mayoría de los compuestos covalentes no son polares y no se disuelven en agua, pero algunos menos densos (como las grasas y los aceites) flotan en ella y otros permanecen en suspensión. Esto trae como consecuencia que se facilite la contaminación del agua. Por otro lado, la polaridad de la molécula del agua propicia la atracción entre el hidrógeno de una molécula de agua y el oxígeno de otra, lo que se conoce como **punto de hidrógeno**. Cabe resaltar que este tipo de unión se da entre moléculas (fig. 2.69).

### Con ciencia

**Propósito:** Identificar el comportamiento de sustancias polares y no polares contenidas en la tinta mediante el método de cromatografía en papel.

#### Materiales:

- 2 filtros de papel para cafetera
- 1 vaso desechable transparente
- 20 ml de agua

#### Procedimiento:

- Reúnete con tu equipo y propón una hipótesis con base en esta pregunta: ¿dónde se ubicarán las sustancias polares y las no polares al término de la cromatografía?
- Ensambla los dos filtros de papel y dóblalos por la mitad para marcar dos medios en cada uno.
- Dóblalos de nuevo por la mitad de tal forma que queden marcados cuartos en cada filtro.
- Vuelve a doblarlos para marcar octavos en cada papel.
- Desdobra los filtros, pero no los separes.
- Localiza el centro en los filtros, donde convergen todos los dobleces.
- Utiliza uno de los marcadores para poner una mancha en uno de los dobleces, aproximadamente a 5 cm del centro. La mancha debe abarcar los dos filtros.
- Repite esto último para los otros marcadores, de tal forma que haya un color de mancha distinto en cada uno de los octavos de los filtros.
- Separa los filtros y guarda uno como control.
- Añade un poco de agua (1 cm) en el vaso desechable y con mucha precaución coloca el papel filtro desdoblado, de tal forma que el "centro" quede en el fondo.
- Espera hasta que el agua se desplace sobre todo el papel y retíralo con cuidado para no romperlo. Deja secar el papel y compara cada marca del papel filtro con el que sacaron del vaso.

#### Conclusiones:

- Identifica las semejanzas y diferencias entre las manchas de ambos filtros. Propón una explicación para los resultados de tu experimento considerando lo siguiente:

Las sustancias polares son atraídas por otras sustancias polares, como algunas que se encuentran en el papel. Las sustancias no polares se mueven más rápido sobre el papel.

- ¿En cuál zona del papel se ubican las sustancias polares de las tintas?
- ¿En dónde las no polares?
- ¿Cuál de las tintas contiene las sustancias más polares?
- Compara tus resultados y explicación con el resto del grupo, con la orientación de tu profesor.

Una de las utilidades de estos modelos es que contribuyen a explicar muchas de las propiedades de las sustancias, como la capacidad disolvente del agua, pero esto lo revisaremos en el subcontenido siguiente.

### Practica lo aprendido

Reúnete con tu equipo y prepara una presentación electrónica, o en un rotafolios, en la que expliques las diferencias entre los enlaces covalentes (compartición de electrones) y los enlaces iónicos (transferencia de electrones).

- Expón tu presentación ante el grupo y, con la orientación de tu profesor, reflexiona sobre la utilidad de dichos modelos.
- Anota en tu cuaderno las conclusiones a las que se lleguen en grupo.

Vuelve a responder las preguntas propuestas en la situación inicial y compara tus respuestas con las que obtuviste al inicio de estas páginas.

## 6.2 Relación entre las propiedades de las sustancias con el modelo de enlace: covalente e iónico

### Inicio

#### Aprendizaje esperado

##### El alumno:

- Identifica que las propiedades de los materiales se explican a través de su estructura [atómica, molecular].



**Figura 2.70.** Los huesos están formados principalmente por colágeno, proteínas y sales minerales como fosfato de calcio e hidroxapatita, esta última constituida por cristales de hidróxido de calcio y de fosfato.

El equipo de Alicia realizó un experimento en el cual colocaron un hueso de pierna de pollo (fig. 2.70), sin la carne, dentro de un recipiente con agua. El hueso de la otra pierna lo sumergieron en una disolución de vinagre y taparon ambos recipientes. Después de cuatro días, utilizaron unas pinzas para retirar los huesos de los recipientes, los colocaron sobre una servilleta de papel y observaron que el hueso que había estado en el agua no presentaba cambios. En cambio, el que había estado inmerso en la disolución de vinagre se había vuelto blando y tenía una consistencia elástica.

- ¿Cuál piensas que es el propósito de colocar uno de los huesos en agua?
- ¿Qué características del hueso se modificaron al estar en contacto con el vinagre?
- ¿Cuál elemento metálico que constituye a los huesos y dientes se asocia con una de las propiedades del hueso que se modificaron durante el experimento?

### Desarrollo



**Figura 2.71.** El cloruro de potasio es un compuesto iónico que se utiliza como sustituto de la sal común.

#### Las propiedades de las sustancias

En nuestra vida diaria estamos en contacto con una gran variedad de sustancias. Por ejemplo, para cocinar algunos de nuestros alimentos es común utilizar productos como mantequilla, sal, azúcar, aceite, gas doméstico, pimienta y vinagre (ácido acético), entre muchos otros.

Algunos de estos productos son sólidos a temperatura ambiente, como la pimienta; otros son líquidos, como los aceites y, unos más, gaseosos. Algunos se disuelven en agua y otros no. La sal y el azúcar son rígidos, mientras que la mantequilla es blanda. A pesar de su diversidad, algunas sustancias presentan ciertas propiedades en común, de acuerdo con el tipo de enlace que existe entre los elementos que las forman.

#### Los compuestos iónicos

La sal de cocina o cloruro de sodio (NaCl) es quizás el compuesto iónico con el que estás más familiarizado, pues es un condimento de uso común en la dieta de la mayoría de los seres humanos. Dado que el exceso de sodio puede provocar problemas de salud, se han buscado sustitutos que contienen otros elementos, como el potasio (fig. 2.71).

En el subcontenido "Modelos de enlace covalente e iónico" mencionamos que los compuestos iónicos están constituidos por cationes (iones con carga positiva) y aniones (iones con carga negativa), unidos mediante enlaces iónicos debido a la gran fuerza de atracción entre sus cargas opuestas. También dijimos que se organizan en una red o estructura cristalina.

El modelo de enlace iónico permite explicar algunas propiedades de los compuestos iónicos: sólidos y rígidos a temperatura ambiente, porque las fuerzas de atracción entre los iones son muy fuertes, lo que los mantiene unidos en la estructura cristalina. En los compuestos iónicos, la temperatura de fusión debe ser tal que el movimiento de sus iones contrarreste la gran fuerza de atracción entre ellos y se rompa el arreglo en la estructura cristalina. En consecuencia, las temperaturas de fusión de los compuestos iónicos son elevadas. Por ejemplo, a nivel del mar el cloruro de sodio (NaCl) se funde a una temperatura alrededor de 801 °C y, el óxido de aluminio, a 2 072 °C.

Los compuestos iónicos son duros (presentan oposición a ser rayados), pero quebradizos o frágiles al aplicar una fuerza sobre ellos, como el golpe de un martillo. En general, son solubles en agua debido a la interacción entre las partículas de este líquido y los iones del compuesto (como revisamos en el subcontenido "Modelos de enlace covalente e iónico"). Sin embargo, algunos pueden ser poco solubles en agua si las atracciones entre los iones son muy fuertes, como el óxido de hierro (III),  $Fe_2O_3$ , conocido como herrumbre.

No conducen la electricidad en estado sólido debido a su estructura cristalina (fig. 2.72). Sin embargo, sí son conductores al estar fundidos o disueltos en agua. En el primer caso, al transformarse el compuesto en líquido, los iones ya no forman la estructura cristalina y están menos atraídos entre sí que en el estado sólido. Esto permite que puedan desplazarse y la corriente viaja debido al movimiento de los iones con carga. En el segundo caso, al disolverse un compuesto iónico en agua, los iones abandonan la estructura cristalina, se dispersan y desplazan en el líquido, por lo que conducen la corriente eléctrica.

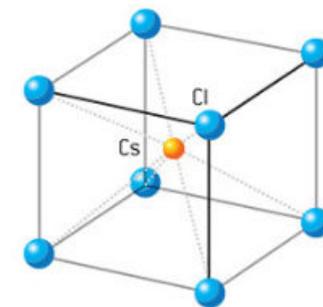
Los iones de los elementos representativos están formados por un solo átomo y se les llama **iones simples o monoatómicos** (cuadro 2.16). Los metales de transición también forman iones monoatómicos pero algunos tienen cargas diferentes.

Cuadro 2.16. Nombres de algunos iones simples comunes

Catión	Nombre	Anión	Nombre
H <sup>+</sup>	hidrógeno	H <sup>-</sup>	hidruro
Na <sup>+</sup>	sodio	F <sup>-</sup>	fluoruro
Ca <sup>2+</sup>	calcio	Cl <sup>-</sup>	cloruro
Mg <sup>2+</sup>	magnesio	Br <sup>-</sup>	bromuro
Al <sup>3+</sup>	aluminio	O <sup>2-</sup>	óxido
Ag <sup>+</sup>	plata	S <sup>2-</sup>	sulfuro
Fe <sup>2+</sup>	hierro (II)		
Fe <sup>3+</sup>	hierro (III)		
Cu <sup>+</sup>	cobre (I)		
Cu <sup>2+</sup>	cobre (II)		

Sin embargo, existen grupos de átomos con carga que se comportan como una misma especie y se conocen como **iones poliatómicos**. En el cuadro 2.17, de la siguiente página, se muestran algunos.

En la estructura de los huesos se encuentran minerales como el carbonato de calcio,  $CaCO_3$ , y fosfato de calcio,  $Ca_3(PO_4)_2$ , que les proporcionan rigidez.



**Figura 2.72.** Los compuestos iónicos forman distintas redes cristalinas, de acuerdo con el tipo de iones que los constituyen, como la del cloruro de cesio, que es diferente de la del cloruro de sodio.

En el experimento señalado al inicio de esta secuencia, al poner el hueso de pollo en contacto con el vinagre (una disolución acuosa de ácido acético,  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ), el calcio presente en los minerales se extrae del hueso y se forma acetato de calcio,  $\text{Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ , que permanece disuelto en el líquido. Al retirarse el calcio, el hueso se vuelve blando y flexible.

Cuadro 2.17. Algunos iones poliatómicos comunes

Ion	Nombre	Ion	Nombre
$\text{NH}_4^+$	amonio	$\text{OH}^-$	hidróxido
$\text{NO}_2^-$	nitrito	$\text{CO}_3^{2-}$	carbonato
$\text{NO}_3^-$	nitrato	$\text{HCO}_3^-$	carbonato hidrógeno o bicarbonato
$\text{SO}_3^{2-}$	sulfito	$\text{PO}_4^{3-}$	fosfato
$\text{SO}_4^{2-}$	sulfato	$\text{CH}_3\text{COO}^-$	acetato

## Las sustancias covalentes o moleculares



Figura 2.73. El grafito y el diamante están formados por átomos de carbono unidos mediante enlaces covalentes. Sin embargo, tienen propiedades muy diferentes.

Algunas sustancias presentan propiedades que no pueden explicarse con el modelo de enlace iónico: se trata de las **sustancias covalentes o moleculares**, formadas por elementos no metálicos unidos mediante enlaces covalentes, es decir, que comparten electrones.

Hemos mencionado que este tipo de sustancias forman moléculas que no presentan carga por lo que, en general, la fuerza de atracción entre ellas es menor que en el caso de los iones. Esto trae como consecuencia que existan sustancias covalentes sólidas (parafina y azúcar de mesa o sacarosa), líquidas (alcohol etílico y aceites) y gaseosas (oxígeno, nitrógeno; etano y propano, componentes del gas doméstico) a temperatura ambiente.

Las sustancias covalentes o moleculares, compuestos y elementos (fig. 2.73), presentan propiedades que contrastan con las de los compuestos iónicos. En general, los compuestos moleculares no conducen la electricidad, porque sus moléculas son neutras, es decir, no tienen carga como los iones. Sus temperaturas de fusión son, en general, menores que las de los compuestos iónicos, dado que se requiere menos energía para separar las moléculas entre sí que para colapsar la red cristalina formada por los iones.

Las sustancias moleculares son solubles en disolventes no polares como benceno, éter y cloroformo. En general, no se disuelven en agua debido a que sus moléculas no presentan polaridad. Sin embargo, algunos compuestos moleculares, como el azúcar de mesa (sacarosa) y el alcohol etílico, se disuelven con facilidad en el agua. Las moléculas de estas sustancias contienen en su estructura átomos de hidrógeno unidos a átomos de oxígeno, de manera similar a lo que ocurre en la molécula de agua.

Lo anterior permite que se formen puentes de hidrógeno entre las moléculas de dichos compuestos y las del agua, lo que favorece su disolución (fig. 2.74).

Los carbohidratos y los lípidos son sustancias covalentes muy importantes para los seres vivos, como revisamos en el subcontenido "Importancia de los elementos químicos para los seres vivos".

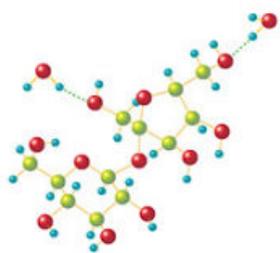


Figura 2.74. Los cristales de azúcar están formados por moléculas. Las moléculas de agua rodean a cada molécula de sacarosa y la separan del cristal.

## Con ciencia

Reúnete con tu equipo y elabora un cuadro en el cual compares las propiedades de los compuestos iónicos y los covalentes.

- Investiga en medios impresos e Internet ejemplos de sustancias iónicas y moleculares diferentes a las mencionadas en el texto.
- Discute con tu equipo la pertinencia de incluirlas en el cuadro.
- Comparte tu cuadro con el grupo y, con la guía de tu profesor, reflexiona sobre las diferencias entre las propiedades de las sustancias y la relación con el tipo de enlace entre los átomos de los elementos que los constituyen.
- Anota en tu cuaderno las conclusiones a las que llegue el grupo.

### Para saber más

En la actualidad se realizan investigaciones sobre un material que contiene tantalio para usarse como prótesis de huesos.

Este material se integra muy bien a los huesos e incluso el tejido óseo se agrega de forma gradual a la prótesis. Aún se desconoce la evolución del material a largo plazo, pero por el momento son excelentes noticias para las personas que requieren de prótesis de alguna extremidad.

## El agua como un compuesto ejemplar

La existencia de cargas parciales en la molécula de agua y la atracción mediante puentes de hidrógeno entre sus moléculas permiten explicar algunas de las propiedades peculiares de este compuesto, como su capacidad disolvente. Analicemos otras de sus propiedades.

Las temperaturas de fusión y de ebullición ( $T_{eb}$ ) del agua son más elevadas que las de los compuestos que forma el hidrógeno con los elementos del mismo grupo del oxígeno en la tabla periódica. La  $T_{eb}$  del agua es más elevada, porque requiere más energía para romper los puentes de hidrógeno entre sus moléculas (cuadro 2.18).

Cuadro 2.18. Temperatura de ebullición ( $T_{eb}$ ) de algunos compuestos

Compuesto	$T_{eb}$ ( $^{\circ}\text{C}$ ) a 1 atm
$\text{H}_2\text{O}$	100
$\text{H}_2\text{S}$	-60.5
$\text{H}_2\text{Se}$	-41.4
$\text{H}_2\text{Te}$	-1

A diferencia de la mayoría de las sustancias, el agua sólida tiene menor **densidad** que el agua líquida y por eso el hielo flota en ella. Esto es de gran importancia para los organismos acuáticos de zonas muy frías, ya que los cuerpos de agua se congelan de arriba hacia abajo. Así, se forma una capa de hielo en la superficie y debajo de ella el agua permanece en estado líquido, lo que permite la supervivencia de dichos organismos.

Otra propiedad singular del agua es su valor de **calor específico**. Esta propiedad de la materia indica la cantidad de energía que se requiere para aumentar en  $1^{\circ}\text{C}$  la temperatura de una muestra de 1 g. El calor específico del agua es de  $1 \text{ cal/g } ^{\circ}\text{C}$  y es mayor que el de otros compuestos. Esto significa que para calentarla o enfriarla se necesita más energía que para otras sustancias, lo cual contribuye a regular la temperatura de nuestro organismo y permite su uso en sistemas de enfriamiento.

El hecho de que el agua presente propiedades muy diferentes de las de otro tipo de compuestos favorece la existencia de la vida como la conocemos en nuestro planeta y, además, nos permite utilizarla en diversas actividades humanas.

### Conéctate

Si deseas aprender un poco más sobre las moléculas, te recomendamos consultar: John Emsley. *Moléculas en una exposición*, Península, México, 2005. Libros del Rincón.

## Con ciencia

**Propósito:** Clasificar los compuestos como iónicos o moleculares de acuerdo con algunas de sus propiedades.

### Materiales:

- 2 cucharadas de sal de mesa (NaCl), de azúcar (sacarosa), de bicarbonato de sodio (NaHCO<sub>3</sub>), de cal (óxido de calcio, CaO), de almidón, de parafina y mantequilla
- 100 ml de aceite comestible, de vinagre, de agua destilada, de alcohol etílico y de éter
- 700 ml de agua
- 1 lupa
- 1 circuito eléctrico formado por una pila de 6V, 3 alambres de cobre recubiertos de plástico y un foco con base como los de una linterna
- 1 vaso de precipitados de 250 ml
- 10 vasos de vidrio transparente marcados del 1 al 10
- 2 jeringas de 10 ml sin aguja

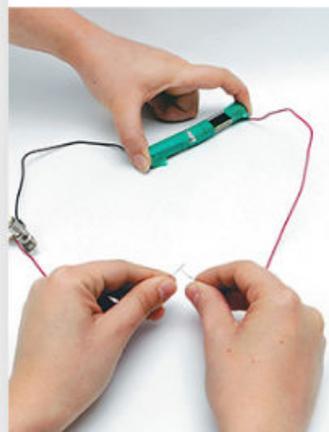
### Procedimiento:

- Observa la apariencia de las sustancias y anótalas en tu cuaderno. Usa la lupa para las sólidas.
- Redacta en tu cuaderno una hipótesis sobre cuáles sustancias de la lista conducirán la corriente eléctrica y propón una explicación.
- Arma el circuito como se muestra en la figura 2.75.
- Determina la conductividad eléctrica de las sustancias sólidas por separado. Desconecta los alambres de la pila y límpialos al terminar de trabajar con cada sustancia.
- Determina si las disoluciones acuosas de las sustancias anteriores conducen la corriente eléctrica; para cada una, utiliza el vaso de precipitados y lávalo después de usarlo.
- Vierte los 100 ml de una de las sustancias líquidas en el vaso de precipitados y determina su conductividad eléctrica. Limpia el vaso y los alambres de cobre en cada ocasión.
- Repite el paso anterior para los otros líquidos, **excepto** para el alcohol y el éter, que son sustancias inflamables y pueden encenderse con alguna chispa.
- Vierte 50 ml de agua destilada en cada uno de los vasos. Utiliza la jeringa para medirlos.
- Añade una cucharadita de cada sólido y líquido en diferentes vasos. Agita y registra lo que sucede. Determina si las disoluciones anteriores conducen la corriente eléctrica.
- Desecha las disoluciones en la tarja y lava los vasos. Vierte 50 ml de éter en cada uno de los vasos. Añade una cucharadita de cada sólido y líquido en vasos distintos. Agita y registra lo que sucede. **No** determines la conductividad eléctrica de estas disoluciones. Consulta con tu profesor cómo eliminar los residuos.
- En tu cuaderno registra tus observaciones en un cuadro en el que compares estas propiedades de las sustancias: apariencia, solubilidad en agua, solubilidad en éter, conductividad eléctrica, para las sustancias sólidas también en disolución.

### Conclusiones:

Responde en tu cuaderno:

- ¿Con qué clasificarías los compuestos con que trabajaste? Clasifícalos.
- ¿Cómo explicas que algunos compuestos se disuelven en agua y otros no?
- ¿Por qué algunos compuestos no conducen la electricidad en estado sólido, pero sí al disolverlos en agua?
- ¿Concuerdan tus hipótesis con lo que observaste? De no ser así, ¿a qué lo atribuyes?
- Compara tus resultados y respuestas con el grupo y reflexiona sobre qué otras propiedades tienen en común las sustancias que conducen la corriente eléctrica.



**Figura 2.75.** Evita que los alambres de cobre se toquen entre sí y entren en contacto con el recipiente.

La estructura atómica determina las propiedades de los elementos, como la cantidad de protones y neutrones que integran el núcleo y la cantidad de electrones que poseen. Para el conocimiento químico, tienen especial importancia los electrones de valencia, pues son los que intervienen cuando los átomos se unen.

Por otro lado, el tipo de enlace (iónico o covalente) entre los átomos de los elementos permite explicar algunas de las propiedades de las sustancias, como las que revisamos en estas páginas.

Se estima que cada año se descubren alrededor de 10<sup>5</sup> nuevos compuestos. Algunos de ellos se encuentran en la Naturaleza, pero la mayoría son sintetizados en los laboratorios.

Para que una sustancia sea clasificada como un nuevo compuesto, aunque posea algunas propiedades similares a las de otras sustancias, debe tener un conjunto de propiedades físicas y químicas que hagan de ella algo único.

## Practica lo aprendido

Revisa tus respuestas a las preguntas iniciales de este subcontenido.

- Realiza las modificaciones que consideres necesarias.
- Reúnete con los integrantes de tu equipo y compara tus respuestas iniciales y las modificaciones. ¿Qué diferencias encuentras con las respuestas de tus compañeros?
- Llega con tus compañeros a consensos en las respuestas y anótalas en tu cuaderno.

Analiza las propiedades de las tres sustancias desconocidas (X, Y y Z) que se muestran en el cuadro.

Propiedad	Sustancia sólida a temperatura ambiente y 1 atm		
	X	Y	Z
Soluble en agua	No	Sí	No
Soluble en éter o cloroformo	No	No	Sí
Conduce la electricidad en estado sólido	Sí	No	No
Conduce la electricidad en disolución acuosa o fundida	Sí	Sí	No
Deformación del sólido	Sí	No [frágil]	No [frágil]
Temperatura de fusión (°C)	1 083	796	58

- Deduce el tipo de enlace más probable entre los átomos de las tres sustancias mencionadas en el cuadro a partir de las propiedades que se mencionan.
- Escríbelo en tu cuaderno y compártelo con tus compañeros de equipo.
- Anota en una cartulina de reuso el consenso al que llegaste con tu equipo.
- Presenta a tu grupo tus predicciones y diagramas y, bajo la coordinación de tu profesor, explica la relación de las propiedades de cada sustancia de acuerdo con el tipo de enlace que hay entre sus átomos.
- Muestra al profesor los resultados de tu trabajo para que te evalúe. Luego comenta con él lo que puedes hacer para mejorar tu desempeño.

## Conéctate

En esta página puedes predecir con tus conocimientos, el tipo de enlace químico de algunos materiales con base en sus propiedades. [objetos.unam.mx/quimica/simbolosLewis/](http://objetos.unam.mx/quimica/simbolosLewis/) [Fecha de consulta: 17 de octubre de 2016].

## Cierre

# Proyectos

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

### Aprendizajes esperados

#### El alumno:

- A partir de situaciones problemáticas, plantea preguntas, actividades a desarrollar y recursos necesarios, considerando los contenidos estudiados en el bloque.
- Plantea estrategias con el fin de dar seguimiento a su proyecto, reorientando su plan en caso de ser necesario.
- Argumenta y comunica, por diversos medios, algunas alternativas para evitar los impactos en la salud o el ambiente de algunos contaminantes.
- Explica y evalúa la importancia de los elementos en la salud y el ambiente.



**Figura 2.76.** Para evitar la deshidratación y los calambres musculares, los corredores de maratón deben ingerir no solo agua, sino también bebidas que contienen sodio y potasio.

Es momento de integrar los conocimientos, habilidades y actitudes que has desarrollado y fortalecido a lo largo del bloque 2. Para ello te proponemos, planteadas en forma de preguntas, algunas ideas que pueden conformar tu segundo proyecto, con el fin de orientarte sobre las aplicaciones del conocimiento acerca de los elementos químicos.

En este bloque, haremos énfasis en la sección de "Desarrollo" y te daremos sugerencias para elegir fuentes de información y la forma de referirlas. Es importante que consideres que durante el desarrollo del proyecto pondrás en práctica tus conocimientos y habilidades para resolver un problema principal, que deberás realizar el proyecto en equipo y trabajarás con la asesoría de tu profesor.

Tal vez has escuchado que existen elementos químicos esenciales para el buen funcionamiento de nuestro organismo. Esto significa que requerimos ingerir alimentos ricos en ellos para realizar nuestras actividades cotidianas y en especial si practicamos algún deporte (fig. 2.76). Pero ese bienestar puede verse afectado por la introducción de metales pesados que alteran el funcionamiento del cuerpo y ponen en riesgo la salud. Los sistemas que te proponemos desarrollar son:

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

Es importante que recuerdes que estos temas son solo propuestas; tú puedes escoger otro tema que consideres interesante en relación con los contenidos que revisaste en el bloque 2.

El tema "¿Cuáles elementos químicos son importantes para el buen funcionamiento de nuestro cuerpo?" va dirigido a un **proyecto de tipo científico**. Para su desarrollo, te sugerimos investigar sobre los principales elementos químicos que se encuentran en bajas concentraciones, pero que participan en funciones vitales del cuerpo. Si deseas tratar este asunto, te invitamos a reflexionar con preguntas como estas:

- ¿Cuáles elementos conoces que sean importantes para nuestra salud?
- ¿Dónde podemos encontrar dichos elementos?
- ¿Cuáles son algunas consecuencias de su ausencia en el organismo?

Si llama tu atención resolver el segundo planteamiento: "¿Cuáles son las implicaciones en la salud o el ambiente de algunos metales pesados?", puedes abordarlo como **proyecto científico o ciudadano**, dado que los efectos en el organismo de metales, como el cadmio, pueden evitarse si se manejan adecuadamente las pilas de cadmio y productos como los barnices. Sugerimos investigar lo que ocurre en el organismo cuando se introduce mercurio o plomo. Si te interesa desarrollar el tema, te invitamos a reflexionar con preguntas como:

- ¿Cuáles son los síntomas por intoxicación con metales pesados?
- ¿Cuáles son las principales fuentes de contaminación de estos metales?
- ¿Qué efectos tiene la presencia de metales pesados en los seres vivos?

Ahora es momento de que te reúnas con un equipo de cuatro o cinco integrantes. Pueden ser tus mismos compañeros del proyecto del bloque 1 o un nuevo equipo. Ambas decisiones pueden tener ventajas: trabajar con quienes ya conoces permite mejorar el desempeño general del equipo, con base en la evaluación del proyecto anterior. Si forman un nuevo equipo, podrán enriquecer sus puntos de vista con otras ideas y formas de trabajo.

En cualquier caso, destinen un cuaderno para registrar todo lo relacionado con su proyecto y platiquen sobre sus experiencias al realizar proyectos de cursos anteriores (fig. 2.77).

Analicen el tema que les gustaría tratar, reúnan las opiniones de cada integrante, de tal manera de que todos estén de acuerdo con el tema elegido. Recuerden que la buena organización es necesaria para elaborar un proyecto interesante que aporte conocimientos, actitudes y valores a ustedes y al resto del grupo. Sugerimos tomar en cuenta las etapas del proyecto para organizar sus actividades: planeación, desarrollo, comunicación y evaluación.

### Etapa 1. Planeación

#### La elección del tema

Para comenzar pueden revisar los contenidos del bloque y elaborar mapas conceptuales o listas de los contenidos más relevantes. Quizá surjan ideas interesantes sobre lo que quisieran saber de los temas o elegir otro de su interés. Elijan el tema que les permita poner en práctica todas sus habilidades de búsqueda, análisis, síntesis y comunicación de la información. Los siguientes ejemplos indican cómo pueden abordar el par de proyectos:

- Para el primer proyecto, el trabajo debe enfocarse a estudiar la función que desempeñan ciertos elementos químicos en el cuerpo humano, así como las consecuencias que ocasiona su ausencia o sus altos niveles.
- Revisen la importancia de elementos como el cloro, el selenio, el magnesio, el potasio, el sodio, el zinc, el manganeso, el yodo y el fósforo, e identifiquen otros elementos importantes que se mencionen en la etiqueta de los alimentos fortificados y de complementos alimenticios.



**Figura 2.77.** La bitácora o cuaderno es una herramienta elemental para recopilar datos experimentales y para llevar un orden en la realización de su proyecto.

### Conéctate

El siguiente video te ayudará a conocer un poco más sobre el funcionamiento de tu cuerpo: "El hígado. Una fábrica química multifuncional" en "Universo interior", vol. 5, en El video en el aula. *Acervo y usos didácticos de la videoteca escolar. Educación secundaria. SEP, México, 1996.*

- En cuanto al segundo proyecto, investiguen los compuestos metálicos presentes en el ambiente y los daños que provocan en el organismo. Recuerden el concepto de partes por millón para saber, por ejemplo, el límite permitido en el ambiente de partículas suspendidas de metales como el plomo.
- Investiguen en qué consiste la degradación química del suelo por metales pesados y el origen de este problema.
- Indaguen los elementos y compuestos metálicos dañinos para el organismo y las enfermedades que causan.

Para obtener un mejor panorama de la información que se requiere investigar y los temas que pueden interesar a todo el equipo, es útil formular una o más preguntas que se deriven de la pregunta inicial o el tema seleccionado:

- ¿Cuáles son los elementos químicos más importantes para nuestro metabolismo?
- ¿Qué enfermedades se relacionan con la ausencia de estos?
- ¿En qué etapas de la vida son más importantes ciertos elementos?
- ¿Qué productos farmacéuticos favorecen el consumo adecuado de los elementos esenciales?
- ¿Cómo sabemos cuál es el mejor o más adecuado para nosotros?
- ¿A qué elementos y compuestos se denomina *metales* pesados?
- ¿Bajo qué circunstancias son peligrosos para la salud?
- ¿De dónde proviene la contaminación por estos metales?
- ¿Qué acciones contribuyen a disminuir sus efectos tóxicos?
- ¿Son los mineros las personas más expuestas a sufrir los daños causados por la exposición a los metales pesados?
- ¿Es más dañino el mercurio que el plomo?

En equipo redacten en el cuaderno otras preguntas que consideren adecuadas, pues les servirán para plantear hipótesis acerca del problema. Si tienen dudas acerca de los criterios con que deben redactarse las hipótesis, consulten con su profesor.

### Organizar las actividades

Enumeren en el cuaderno todas las tareas que realizarán y ordénelas; también asignen a un responsable para cada una. Elaboren un cronograma para organizarse. Pueden consultar medios impresos y electrónicos, analizar programas en distintos medios de comunicación, documentar pruebas de la presencia de metales en el organismo y en la atmósfera, entrevistar a personas que laboran en instituciones u organizaciones encargadas de la salud, etcétera.

Para que su proyecto tenga éxito, todos los integrantes del equipo deben involucrarse y cumplir las actividades en los tiempos asignados. Es conveniente que evalúen sus avances y las dificultades que enfrentan al finalizar cada etapa; así podrán continuar con el desarrollo de su proyecto y tomarán decisiones más acertadas.

### Con ciencia

Para que valoren su trabajo en esta etapa, tomen en cuenta estas preguntas:

- ¿Les gusta el tema que han seleccionado? ¿Por qué?
- ¿Qué impacto social tiene su proyecto?
- ¿Cómo designaron las actividades según su plan de trabajo?

## 2. Desarrollo

### Selección de fuentes de información y forma de referirlas

Para la búsqueda, análisis y selección de la información en esta etapa, es recomendable consultar libros, revistas de divulgación científica, periódicos, videos, documentales, películas, programas de radio, Internet... Cuando hayas seleccionado algunos artículos, subraya las ideas principales y esboza la primera redacción de un resumen, en el que las incluyas. No se trata de copiar el texto, sino de extraer de él lo más importante.

Aunque te proporcionamos tres ejemplos para citar algunas fuentes, consulta tu libro de Español para recordar cómo se hace. También puedes preguntar a tu maestro de esta asignatura:

- Si se trata de un libro. Se comienza con el apellido del autor, luego su nombre (si hay otros autores primero va su nombre), el año de publicación entre paréntesis, el *título en cursivas*, ciudad de publicación: editorial y nombre de la serie, si es el caso. Por ejemplo:

Soriano, E. y A. González Dávila (2012). *Ciencias III. Énfasis en química*, México: Santillana. Serie Horizontes.

- Si se trata de un periódico. El nombre del artículo se escribe entre comillas; el del diario, semanario o revista va en cursivas, seguido del lugar de publicación y fecha:

Diego Rodríguez, M. y J. C. García Partida (2006). "Sustituye Guanajuato libros de primero de secundaria con guías de estudio", *La Jornada*, México: 21 de agosto.

- Si se trata de una publicación electrónica. Se escribe el apellido e iniciales del autor, año de publicación, título del documento, fecha de consulta y dirección electrónica (URL) donde está disponible. Se provee información para identificar y localizar el documento consultado con las palabras "Recuperado de" o una frase equivalente. En el ejemplo puedes revisar los efectos favorables y desfavorables en el organismo del consumo de alimentos que contienen cobre.

López Nicolás, J.M. (2012). "El elemento químico que relacionó los ocho carnavales científicos de la blogosfera", en *Scientia, revista digital* [Fecha de consulta: 17 de octubre de 2016]. Disponible en: [scientiablog.com/?s=El+elemento+qu%C3%ADmico+que+relacionó+los+ocho+carnavales+cient%C3%ADficos+de+la+blogosfera](http://scientiablog.com/?s=El+elemento+qu%C3%ADmico+que+relacionó+los+ocho+carnavales+cient%C3%ADficos+de+la+blogosfera)

Cuando en Internet utilices un buscador como Google, es recomendable escribir en la casilla de búsqueda varios conceptos o palabras para que las direcciones mostradas se acerquen a lo que deseas (fig. 2.78). Las siguientes referencias impresas y electrónicas pueden ser útiles para los temas que sugerimos:

- Rodolfo Acevedo C. *Elementos metálicos de la vida. La enseñanza de la química en la escuela secundaria*, Lecturas SEP, México, 1995.
- Víctor Álvarez. *Enciclopedia del cuerpo humano*, SEP/Espasa-Calpe, México, 2003, serie Espejo de Urania.



**Figura 2.78.** Recuerda elegir páginas de instituciones reconocidas y especializadas en los temas de tu interés.



**Figura 2.79.** Para agilizar la búsqueda en este medio, revisen la periodicidad con la que se publican las secciones de ciencia y tecnología.



**Figura 2.80.** Los organizadores de información, como diagramas, gráficas, mapas mentales, etc., facilitan el análisis de la información.

- Laurie Beckelman. *El cuerpo humano*, SEP/Océano, México, 2002, serie Espejo de Urania.

Puedes consultar las siguientes páginas electrónicas (Fecha de consulta: 17 de octubre de 2016):

El plomo y el mercurio y sus efectos en la salud  
[www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es\\_phs13.html](http://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs13.html)  
[www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es\\_phs46.html](http://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs46.html)

Metales pesados, ambiente y salud

[www.mapama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/emisiones/prob-amb/metales\\_pesados.aspx](http://www.mapama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/emisiones/prob-amb/metales_pesados.aspx)

Efecto de los metales pesados en el ambiente y la salud humana

[ecoabc2.galeon.com/cvitae1058550.html](http://ecoabc2.galeon.com/cvitae1058550.html)

Qué es la degradación química del suelo y sus causas

[www.semarnat.gob.mx/archivosanteriores/informacionambiental/Documents/pdf/cap\\_3\\_suelos.pdf](http://www.semarnat.gob.mx/archivosanteriores/informacionambiental/Documents/pdf/cap_3_suelos.pdf)

Impactos de la minería en el medio natural

[goo.gl/CwJ09A](http://goo.gl/CwJ09A)

Al elegir fuentes de información es importante considerar el acceso que se tiene a ellas, así como la calidad y la cantidad de información que se puede obtener. Procuren recurrir primero a libros o revistas de divulgación científica antes que a medios electrónicos.

Si consultan enciclopedias, tengan en cuenta que la información puede no ser suficiente ni estar actualizada; verifiquen que sean de publicación reciente. Revisen si algunos periódicos incluyen secciones de ciencia y tecnología (fig. 2.79) y si hay programas de televisión o radio que traten con seriedad el tema. En cualquier caso, verifiquen que los autores o quienes publican las notas, programas, reportajes o documentales sean reconocidos. Si es necesario, soliciten ayuda de su profesor.

Seleccionen la información que ayude a responder la pregunta que formularon. Elaboren una ficha de trabajo por cada fuente consultada donde anoten un resumen y los datos de la fuente. Reúnanse para organizar y analizar la información (fig. 2.80) en un ambiente de respeto, en el que todos se sientan en confianza para exponer sus resultados y plantear sus dudas. Verifiquen si pueden responder las preguntas planteadas y si aceptan o rechazan su hipótesis. Si eligieron un proyecto ciudadano, elaboren algunas recomendaciones.

Recomendamos elaborar un informe del trabajo. Será de utilidad para comunicar los resultados de su proyecto al grupo o a la comunidad. Consulten con su profesor los aspectos que deben incluir en su informe.

## Con ciencia

Al término de esta etapa, destinen un tiempo para revisar estos puntos:

- ¿La información que tienen contribuye a responder sus preguntas?
- ¿Qué avances tienen del producto que apoyará su presentación ante el grupo o la comunidad?
- ¿Están satisfechos con su desempeño durante esta etapa? ¿Por qué?

## Etapa 3. Comunicación

Con base en su informe, piensen en la manera de comunicar su proyecto al grupo o su comunidad; para ello, lleguen a un acuerdo con los otros equipos con la guía de su profesor. Luego consigan los recursos necesarios.

Para comunicar de manera más amena su trabajo pueden utilizar una o varias opciones: exposición de casos analizados; una historieta sobre los elementos y compuestos en el cuerpo; una dramatización sobre los síntomas de los pacientes que tienen falta o exceso de ellos; un folleto sobre los efectos de los metales pesados en el organismo y qué hacer en caso de que se rebase el índice de partes por millón de metales pesados como el plomo; un video, un blog (fig. 2.81), una mesa redonda, etcétera.

Su presentación ante el grupo o la comunidad debe ser una buena síntesis de su trabajo. Incluyan apoyos gráficos: esquemas, presentaciones electrónicas y dibujos, pero no dependan de ellos. Leer lo que se ve en una pantalla o en una cartulina es muy aburrido. Si hacen dramatizaciones, precisen los propósitos de esta técnica. Para ello, pueden pedir ayuda al profesor de Español. Si distribuyen material impreso, confirmen que será suficiente y adecuado para los lectores.

Practiquen previamente su exposición y la intervención de cada uno. Consideren que debe haber fluidez. Soliciten a su audiencia que les formule comentarios y los retroalimente; tengan en cuenta estos aspectos para evaluar su trabajo. También escuchen con atención y respeto los resultados de los otros equipos.

## Etapa 4. Evaluación

Cuando hayan concluido, hagan una ronda de opiniones en equipo para evaluar con honestidad su trabajo. Tengan en cuenta aspectos como:

- ¿Por qué eligieron este tipo de proyecto?
- ¿Cuáles habilidades utilizaron en su proyecto?
- ¿Qué actitudes favorecieron el desempeño del equipo?
- ¿Qué aporta su proyecto a la comunidad?
- ¿Cuáles actividades les costaron más trabajo? ¿Cómo lo resolvieron?
- ¿Qué fue lo que más les gustó de esta experiencia?
- ¿Este proyecto te dejó un aprendizaje para toda la vida? ¿Cuál?

Reflexionen acerca de los aspectos que pueden mejorar sobre la actitud y las habilidades para trabajar en equipo. También realicen una evaluación con su profesor y pídanle que les formule sugerencias para mejorar su desempeño y su trabajo.



**Figura 2.81.** Aunque la exposición es un acto comunicativo oral, existen recursos expresivos, como carteles, esquemas, fotografías, grabaciones y videos, que resultan útiles en el momento de presentar la información.

### Para saber más

En las fichas de trabajo incluyan: si es un libro, el autor, el título, la editorial, el país, el año y las páginas consultadas. Si son revistas: el autor, el título del artículo, el nombre de la revista, año de publicación, número y páginas. Si la consulta es en Internet, registren la dirección electrónica completa, el título, el nombre del autor o de la institución y la fecha de consulta.

# Evaluación del bloque 2



El carbón activado se usa para remover residuos de cloro y materia orgánica, causantes del olor y color en el agua.

## Lavado en seco

Algunas prendas de ropa elaboradas con ciertas fibras no deben lavarse con agua, sino enviarse a la tintorería, donde se lleva a cabo un proceso de limpieza conocido como *lavado en seco*. Las máquinas de lavado en seco cuentan con un mecanismo de centrifugación de la ropa y la inyección de un disolvente de grasas, aceites y algunos tintes.

El disolvente es un líquido volátil no polar derivado del petróleo y debe seleccionarse con cuidado, pues durante el lavado se produce fricción entre la ropa. Las prendas se agitan durante un tiempo y después se centrifugan a gran velocidad para separar el disolvente sucio, que fluye hacia un dispositivo donde se almacena para su posterior limpieza y reutilización.

Después del lavado, se realiza un proceso de secado, que consiste en hacer circular aire caliente por la ropa mientras esta se agita por fuerza centrífuga. Las secadoras tienen un sistema de escape externo, pero el aire debe pasar a través de un condensador de enfriamiento o de un dispositivo con carbón activado, antes de arrojarse a la atmósfera. El carbón activado posee muchos poros microscópicos (menores a 1 **nanómetro**) y es empleado para retener pigmentos y olores, por lo que es muy utilizado en las peceras y acuarios.

El disolvente más común es el tetracloroetano, también llamado percloroetileno (PERC), líquido incoloro con punto de ebullición de 121 °C. En las primeras tintorerías se empleaban el tetracloruro de carbono y el tricloroetileno como disolventes, pero se descubrió que eran muy tóxicos y fueron retirados del mercado y sustituidos por el PERC. Si bien el disolvente percloroetileno es menos dañino que otras sustancias, puede provocar depresión del sistema nervioso central, pérdida de memoria, confusión, somnolencia e irritación de la piel, ojos, nariz y garganta. Si la exposición es excesiva, puede dañar el hígado y los riñones.

Responde en tu cuaderno.

1. Una máquina de lavado en seco es similar a una lavadora, pero se utilizan sustancias distintas del agua. ¿Qué tipo de disolvente es el agua?

- A) Disolvente orgánico. C) Disolvente no polar  
B) Disolvente polar. D) Disolvente apolar.

2. Los disolventes con que se lava en seco son derivados del petróleo, que es:

- A) Una mezcla. C) Un elemento.  
B) Un compuesto. D) Una molécula.

3. Los disolventes con que se lava en seco son compuestos derivados del petróleo, que es:

- A) Covalente. C) Iónico.  
B) Cristalino. D) Metálico.

## Glosario

### nanómetro.

Unidad de medida equivalente a la milmillonésima parte de un metro o a la millonésima parte de un milímetro. Es decir: 1 nanómetro = 0.000000001 metros.

1 mm = 1 000 000 nanómetros.

4. Debido a que durante el lavado en seco se produce fricción con la ropa, ¿qué propiedad debe tener el disolvente para considerar su uso? ¿Por qué?

5. ¿Cuál es el propósito del condensador de enfriamiento en las secadoras?

6. Relaciona las siguientes columnas de acuerdo con el método más adecuado para separar tales sustancias del disolvente, después del proceso de lavado:

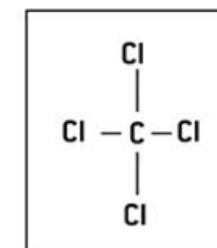
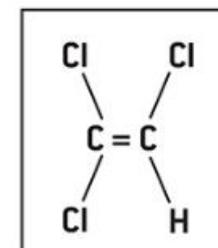
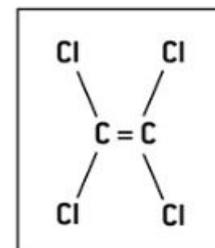
A) Residuos insolubles	1) Destilación
B) Tintes	2) Filtración
C) Aceites y grasa solubles	3) Uso de carbón activado

7. Relaciona las siguientes columnas de acuerdo con el método más adecuado para separar tales sustancias del disolvente, después del proceso de lavado:

A) Tetracloroetano (PERC)

B) Tricloroetileno

C) Tetracloruro de carbono



¿Qué tipos de enlace existen en cada uno de estos compuestos?

Compuesto	Tipo de enlace
A) Tetracloroetano (PERC)	
B) Tricloroetileno	
C) Tetracloruro de carbono	

8. Una diferencia entre el tricloroetileno y el PERC es (elegir una opción):

- A) En el PERC existen solo enlaces covalentes dobles y el tricloroetileno tiene solo enlaces covalentes simples.  
B) El PERC tiene dos elementos diferentes y el tricloroetileno tiene 4 elementos diferentes.  
C) El tricloroetileno es un compuesto iónico y el PERC es un compuesto covalente.  
D) El tricloroetileno está constituido por tres elementos diferentes y el PERC por dos.

9. Identifica los elementos presentes en los tres disolventes representados.

10. Señala a qué grupo y periodo de la tabla periódica pertenecen.

Grupo:

Periodo:



Algunas características del percloroetileno son: líquido incoloro, muy volátil, no inflamable, insoluble en agua, puede mezclarse con alcohol y aceites; puede tener efectos nocivos en la salud y en el ambiente.



Los establecimientos especializados en la limpieza, cuidado y planchado de ropa se llaman tintorerías y existen desde el imperio romano (en latín se denominan "fullonicae").



De acuerdo con la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (Conuee, *Guía. Iluminación eficiente en el hogar, 2010*), el foco o lámpara incandescente convierte 5% en iluminación y 95% en calor de la energía que consume, lo que lo hace uno de los sistemas más ineficientes en términos de aprovechamiento de energía.

## Los focos

Según datos de la Comisión Nacional para el Ahorro de Energía (Conae), la iluminación en los hogares mexicanos hasta los primeros años del siglo XXI representaba entre 30 y 40% de su consumo total de electricidad, lo cual se relaciona con los hábitos de iluminación de las familias, así como con el tipo de lámparas o focos que se utilizaban en esa época.

Así, quienes consumen más electricidad utilizan focos incandescentes, tienen prendidas las lámparas más tiempo durante un día y mantienen conectados sus aparatos eléctricos. El principio de funcionamiento de estos focos se remonta a la patente obtenida por el inglés Joseph Swan en 1878, un año antes que Tomás Alva Edison, quien consiguió la patente en los Estados Unidos de América.

Los focos o lámparas incandescentes actuales constan de un contenedor de vidrio que tiene dentro un filamento de tungsteno, cuyo punto de fusión es de 3 420 °C, una mezcla de gases de nitrógeno y argón, así como una rosquilla metálica para sellarlo, que permite colocarlo en los portafocos (socket). La generación de luz es consecuencia del paso de la corriente eléctrica por medio de un conductor que se encuentra a alta temperatura, fenómeno conocido como incandescencia.

La duración de los focos incandescentes es alrededor de 750 a 1 000 horas, pero esta tecnología está desapareciendo, pues se requiere de mayor eficiencia en la iluminación, de modo que la energía eléctrica se transforme totalmente en luz y no se desperdicie en forma de calor, como ocurre con este tipo de lámparas.

Se espera que el consumo por iluminación disminuya con el uso masivo de nuevas tecnologías, que tienen mayor duración, como las lámparas fluorescentes, los focos ahorradores y los leds. No obstante, en la actualidad estos dispositivos tienen un costo más elevado que los focos incandescentes.

Responde en tu cuaderno.

1. El filamento de tungsteno es buen conductor eléctrico y posee un alto punto de fusión. ¿Qué tipo de elementos tienen estas propiedades?

- A) Los halógenos                      C) Los metales  
B) Los no metales                    D) Los gases nobles

2. Localiza en la tabla periódica los siguientes datos sobre los elementos que están relacionados con el funcionamiento de los focos incandescentes:

	Grupo donde se ubica	Número atómico	Masa atómica
Tungsteno			
Argón			
Nitrógeno			

Aunque duran más tiempo y son más eficientes en el aprovechamiento de la energía para producir luz que los focos incandescentes, las lámparas fluorescentes contienen residuos tóxicos (vapor de mercurio), por lo que es necesario depositarlas en lugares específicos cuando ya no funcionan.



El diseño en espiral fue creado por el ingeniero estadounidense Edward Hammer en 1976. Estos focos son una versión compacta de las lámparas fluorescentes y han adquirido un gran auge en años recientes, ya que para proveer de la misma cantidad de luz visible que los focos incandescentes solo utilizan de un quinto a un tercio de la energía eléctrica que necesitaría un foco normal. Además, su promedio de vida útil es mayor hasta por 14 000 horas.

3. De acuerdo con su ubicación en la tabla periódica, el tungsteno es un:

- A) Metaloide                              C) Metal alcalinotérreo  
B) Metal alcalino                        D) Metal de transición

4. La conducción de la electricidad mediante elementos como el cobre o el tungsteno está asociada con el movimiento de ciertas partículas del átomo. ¿Cuáles son?

- A) Neutrones                              C) Electrones  
B) Protones                                D) Nucleones

5. Las partículas responsables de la electricidad se localizan en:

- A) La primera capa externa del átomo.  
B) El núcleo de los átomos.  
C) La capa más externa del átomo.  
D) Las capas interiores del núcleo.

6. ¿Qué propiedad del argón y del nitrógeno favorece su uso en los focos? ¿Por qué no se utiliza aire?

7. Entre los siguientes elementos químicos, ¿cuál es el mejor conductor eléctrico?

- A) Argón                                    D) Cobre  
B) Criptón                                 E) Tungsteno  
C) Oxígeno

8. La elevada temperatura en el interior de un foco incandescente ocasiona que el tungsteno se evapore gradualmente. ¿Qué efecto se produce en el filamento?

- A) El filamento del tungsteno se adelgaza hasta que se rompe.  
B) Se modifican sus propiedades y se transforma en otro elemento químico.  
C) El punto de fusión se iguala con el punto de ebullición.  
D) El tungsteno pierde paulatinamente su masa y desaparece.

9. Una buena elección de focos son las lámparas ahorradoras de energía, cuya estructura y funcionamiento son más complejos. ¿Qué aspectos de los focos consideras que los científicos y tecnólogos intentaron mejorar al inventar este tipo de lámpara?

10. Uno de los argumentos de los consumidores para no utilizar los focos ahorradores actuales es que son más costosos que los incandescentes. ¿Qué argumentos les darías para convencerlos de las ventajas que tienen sobre los focos incandescentes?



Los diodos emisores de luz o led (por su siglas en inglés Light-Emitting Diode) tienen muchas ventajas ante los focos incandescentes, por ejemplo, emiten menos calor, duran más tiempo, consumen menos energía y no usan mercurio.

## La transformación de los materiales: la reacción química



### Presentación del bloque

En la Naturaleza constantemente ocurren transformaciones: un grano de arena u otra partícula se convierte en una perla, un ajolote en una rana, una gota de agua en vapor, la energía de una estrella disminuye, mientras que la de otra aumenta, un trozo de carbón se vuelve diamante o una placa de metal se oxida.

Como te podrás dar cuenta con los ejemplos anteriores, en química las transformaciones de muchas sustancias generan, mediante reacciones, diversos materiales con características diferentes.

En este bloque comprenderás qué es una reacción química, cómo ocurren las reacciones y cómo las moléculas interactúan entre sí para formar nuevos materiales. Aprenderás que muchas reacciones suceden en nuestro hogar y forman parte de nuestra vida cotidiana. Al final, realizarás un proyecto en el que integrarás los conocimientos que adquiriste en los temas de este bloque, y pondrás en práctica las habilidades que has desarrollado.

### Aprendizajes esperados

- Describe algunas manifestaciones de cambios químicos sencillos (efervescencia, emisión de luz o calor, precipitación, cambio de color).
- Identifica las propiedades de los reactivos y los productos en una reacción química.
- Representa el cambio químico mediante una ecuación e interpreta la información que contiene.
- Verifica la correcta expresión de ecuaciones químicas sencillas con base en la Ley de conservación de la masa.
- Identifica que en una reacción química se absorbe o se desprende energía en forma de calor.
- Identifica que la cantidad de energía se mide en calorías y compara el aporte calórico de los alimentos que ingiere.
- Relaciona la cantidad de energía que una persona requiere, de acuerdo con las características tanto personales (sexo, actividad física, edad y eficiencia de su organismo, entre otras) como

© SANTILLANA

ambientales, con el fin de tomar decisiones encaminadas a una dieta correcta.

- Explica la importancia del trabajo de Lewis al proponer que en el enlace químico los átomos adquieren una estructura estable.
- Argumenta los aportes realizados por Pauling en el análisis y la sistematización de sus resultados al proponer la tabla de electronegatividad.
- Representa la formación de compuestos en una reacción química sencilla, a partir de la estructura de Lewis, e identifica el tipo de enlace con base en su electronegatividad.
- Compara la escala astronómica y la microscópica considerando la escala humana como punto de referencia.
- Relaciona la masa de las sustancias con el mol para determinar la cantidad de sustancia.

© SANTILLANA

### Proyecto

Al finalizar este bloque se presentan dos posibilidades de proyecto: "¿Cómo elaborar jabones?" y "¿De dónde obtiene la energía el cuerpo humano?", aunque puedes elegir con tus compañeros de equipo uno diferente, pero relacionado con el título del bloque, con el fin de que desarrolles y apliques tus habilidades y aprendizajes.

# Identificación de cambios químicos y el lenguaje de la química

## 1.1 Manifestaciones y representación de reacciones químicas (ecuación química)

### Inicio

#### Aprendizajes esperados

##### El alumno:

- 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.



**Figura 3.1.** Algunos botiquines de primeros auxilios contienen unas bolsas de plástico para preparar compresas instantáneas. Con estas se tratan lesiones (ocasionadas al practicar algún deporte) que requieren la aplicación de calor o frío.

*Durante un partido de basquetbol, Enrique saltó y, al tocar el piso, sintió un dolor en el tobillo, por lo que solicitó al entrenador salir del partido. Una vez en la banca, el entrenador sacó un dispositivo del botiquín de primeros auxilios. El dispositivo estaba a temperatura ambiente; el entrenador lo apremió y lo colocó en el tobillo de Enrique, quien se sorprendió porque estaba frío (fig. 3.1).*

- ¿Para qué colocaron el dispositivo frío en el tobillo de Enrique?
- ¿Qué otros tratamientos de primeros auxilios conoces para el tipo de lesión que se menciona en el texto?
- ¿Cómo explicas el cambio de temperatura del dispositivo?

### Desarrollo



**Figura 3.2.** A diario somos testigos de diversos cambios físicos y químicos.

### Cambios físicos y químicos

Las personas y vehículos en movimiento, las variaciones del clima, la digestión, las plantas en crecimiento y la corrosión de los metales son ejemplos de los cambios o fenómenos que ocurren a nuestro alrededor. Muchos son objeto de estudio de la ciencia con el propósito de encontrar sus causas y regularidades. La comunidad científica los clasifica como cambios físicos y químicos (fig. 3.2).

Cuando ocurre un **cambio físico**, las sustancias no se transforman en otras distintas, sino que mantienen su identidad. Por ejemplo, el movimiento de un balón, el calentamiento del agua y la fragmentación de un pedazo de papel.

Los cambios de estado de agregación de las sustancias, como la evaporación y la solidificación, son físicos. Durante estos procesos la sustancia líquida se transforma en gas o en sólido pero sigue siendo la misma.

Los **cambios químicos** son procesos en los que se forman nuevas sustancias a partir de otras. Al final del proceso hay por lo menos una sustancia distinta de las originales. Por ejemplo, al arder un cerillo en presencia de oxígeno se produce una flama y se obtienen cenizas y gases (agua y dióxido de carbono), que son diferentes de los componentes del cerillo original.

En el lenguaje de la química, los cambios químicos se denominan **reacciones químicas**; algunas manifestaciones que pueden indicar que estas han ocurrido son cambios bruscos de temperatura, efervescencia (fig. 3.3), emisión de luz o de calor, cambio en el olor o en el color, y la formación repentina de un sólido insoluble a partir de una disolución (precipitación).

### Con ciencia

**Propósito:** Identificar los tipos de cambios que ocurren en el entorno.

#### Materiales:

- 1 frasco pequeño de vidrio (como el de alimentos para bebé)
- 2 cristales de sulfato de cobre (se consigue en la farmacia)
- La tapa de una lata sin el recubrimiento de plástico
- Un pedazo de papa sin cáscara
- 1 aguja de coser o 1 clip
- Pinza de madera
- Frasco con gotero
- 1 vela
- 1 cuchara
- 1 cucharada de vinagre
- 1 cucharadita de disolución de yodo
- 1 pinza (como las usadas para tender ropa)
- Un pedazo de parafina
- 5 cucharadas de leche
- Cascarón de huevo
- 1/2 limón

#### Procedimiento:

- Observa las propiedades de los materiales antes, durante y después de cada experimento y no olvides hacer anotaciones en tu cuaderno.
- Coloca cinco cucharadas de agua en el frasco de vidrio y agrega los cristales de sulfato de cobre. Introduce la aguja o el clip en el líquido.
- Vierte unas gotas de vinagre sobre el cascarón del huevo.
- Coloca un pedazo de parafina sobre la tapa de la lata.
- Toma la tapa con la pinza para ropa y caliéntala sobre la vela. Ten mucho cuidado para no quemarte.
- Añade jugo de limón a la leche.
- Agrega unas gotas de disolución de yodo a la papa.
- Consulta con tu maestro sobre la forma más adecuada de desechar las sustancias.

#### Conclusiones:

- Responde en tu cuaderno.
  - ¿En qué casos el material original no se transformó en otro? Explica las razones de tu elección.
  - ¿En qué otros casos el material final es diferente del original? Explica en qué basas tu respuesta.
  - Clasifica los cambios como físicos o químicos.
- Comparte los resultados con tu grupo y, con la orientación de tu profesor, comenta sobre los cambios que te permitieron identificar cómo un material se transformó en otro diferente. Píde al maestro que evalúe la actividad.



**Figura 3.3.** Durante algunas reacciones se producen gases a partir de una disolución y se forman burbujas.

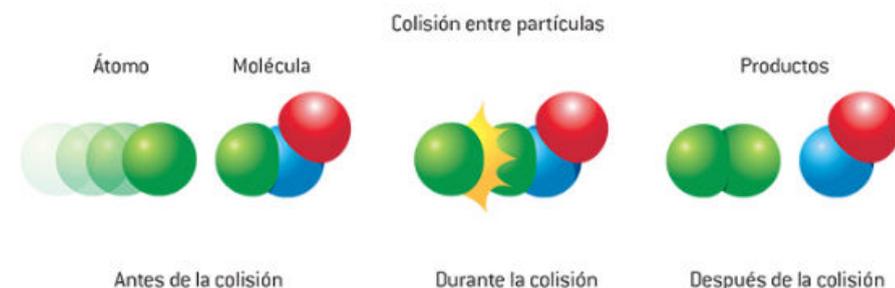
## Reactivos y productos

Durante un cambio químico las sustancias se transforman en otras. A las sustancias iniciales se les llama **reactivos** y las que se obtienen al final del cambio químico (llamado reacción) se denominan **productos**.

Para que se den las reacciones químicas es necesario que los reactivos entren en contacto, es decir, que las moléculas de las sustancias choquen o colisionen; al hacerlo, se rompen los enlaces entre los átomos, separándolos. Después, estos átomos se reacomodan y se unen mediante enlaces nuevos entre ellos, lo cual origina sustancias diferentes: los productos. Este proceso queda ilustrado en la figura 3.4.

Revisemos algunos cambios químicos para identificar las propiedades de los reactivos y los productos.

**Figura 3.4.** Para que ocurra la reacción, las partículas de los reactivos deben chocar en una orientación determinada y la energía debe ser suficiente para que los átomos de los reactivos se separen, se reordenen y se unan para formar sustancias nuevas.



## La combustión

Una reacción química presente en nuestra vida cotidiana es la **combustión**, que nos provee energía para realizar diversas actividades, como calentar agua, cocinar alimentos y mover un vehículo o maquinaria en la industria. Requiere un combustible, es decir, la sustancia que arda; un comburente, que por lo general es el oxígeno, y una fuente de calor para que inicie la reacción (una chispa).

En las reacciones de combustión, los reactivos son el combustible y el oxígeno, que en presencia de una chispa o fuente de calor se transforman en agua y dióxido de carbono (los productos). Entre los combustibles más utilizados en la actualidad se encuentran el carbón, la madera y los derivados del petróleo: la gasolina, el diésel, la turbosina (para los aviones) y el gas doméstico.

Como en otras reacciones químicas, las **características** o propiedades de los reactivos involucrados en la combustión son distintas de las de los productos. Por ejemplo, la madera es un sólido que se obtiene de los árboles, y el oxígeno es un gas imprescindible que forma parte del aire y favorece la combustión. En el caso de los productos, el dióxido de carbono es un gas que inhibe la combustión y también se encuentra en el aire, mientras que el agua tiene propiedades que ya conoces, por lo que puedes apreciar que son diferentes de las de la madera y del oxígeno.

En reacciones de combustión, más que las sustancias que se forman, al ser humano le interesa la energía que se libera y que aprovecha para realizar diversas actividades, como mover un automóvil, calentar los alimentos o el agua, hacer despegar un cohete, regular la temperatura de casas y edificios.

## Conéctate

Si quieres conocer algunos cambios químicos en la vida cotidiana, consulta esta página: [concurso.cnice.mec.es/cnice2005/35\\_las\\_reacciones\\_quimicas/curso/lrq\\_re.html](http://concurso.cnice.mec.es/cnice2005/35_las_reacciones_quimicas/curso/lrq_re.html) [Fecha de consulta: 17 de octubre de 2016].  
Sobre bebidas mexicanas fermentadas: [bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen1/ciencia2/51/htm/sec\\_9.html](http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen1/ciencia2/51/htm/sec_9.html) [Fecha de consulta: 17 de octubre de 2016].

## La fermentación

Es una reacción de la que se obtienen productos como quesos, pan, vinagre y bebidas alcohólicas fermentadas con la participación de microorganismos como levaduras y bacterias, que lo llevan a cabo para obtener energía mediante la transformación de carbohidratos como la glucosa, el almidón, la fructosa y la lactosa.

La **fermentación láctica** requiere la presencia de bacterias que transforman la lactosa (el azúcar presente en la leche) en ácido láctico. Este proceso es **anaeróbico**, es decir, se realiza en ausencia de oxígeno. El ácido láctico produce la **precipitación** de la caseína, la proteína más abundante en la leche. Así se obtiene la materia prima para elaborar quesos.

La **fermentación alcohólica** es un proceso mediante el cual los microorganismos transforman el azúcar presente en algunas frutas, plantas y cereales; también es anaeróbico. Sus productos principales son dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) y alcohol etílico ( $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ ). Así se obtiene el pan (fig. 3.5) y diversas bebidas alcohólicas fermentadas: a partir de las uvas se obtiene el vino; del maguey, el pulque; de la cebada, la cerveza, y del maíz, el pozol.

## Efervescencia

Es probable que alguna vez hayas observado que se forman burbujas al poner un medicamento en agua. Este es un ejemplo de una reacción química en la cual se presenta **efervescencia**, es decir, se desprende un gas con rapidez y se forman burbujas en el líquido.

Algunos medicamentos que reaccionan así contienen bicarbonato de sodio, ácido cítrico o ácido tartárico sólidos, que al contacto con agua liberan dióxido de carbono gaseoso, el responsable de la efervescencia, como se muestra en la figura 3.3. Los reactivos de esta reacción son el bicarbonato de sodio y el ácido cítrico o el tartárico, mientras que los productos son dióxido de carbono gaseoso y agua líquida.

Cabe señalar que no en todos los casos de efervescencia ocurre una reacción química. Por ejemplo, en las bebidas gaseosas existe dióxido de carbono dentro del envase y, al destaparlo, el gas se libera debido a la diferencia de presión dentro del recipiente y la del aire presente en el ambiente.

## Las ecuaciones químicas

Las reacciones químicas se pueden describir con palabras. Por ejemplo: la madera reacciona con el oxígeno en presencia de una chispa y se forman como productos dióxido de carbono y agua. Durante esta reacción se libera energía en forma de luz y calor.

## Glosario

**precipitación.** Formación de un sólido insoluble a partir de una disolución, como consecuencia de una reacción química.



**Figura 3.5.** Durante la elaboración de pan ocurre una fermentación alcohólica por acción de levaduras. El alcohol etílico se evapora durante el proceso de horneado y el gas  $\text{CO}_2$  es el responsable de que el pan se esponje.

## Conéctate

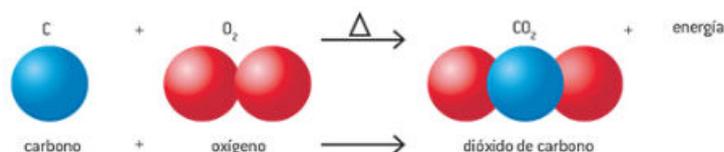
Para conocer más sobre las reacciones químicas revisa el siguiente material: Robert Wolke. *Lo que Einstein le contó a su cocinero*. Ediciones Robinbook, México, 2004. Libros del Rincón.

Una forma más sencilla de representar las reacciones químicas es con **ecuaciones que contienen palabras** y resumen los aspectos principales del cambio. En ellas se incluyen los nombres de los reactivos separados por un signo "+", que significa "reacciona con".

Después se utiliza una flecha para separar los reactivos de los productos, así como para indicar la dirección del cambio, que se expresa como "se producen o se forman" y en seguida se escriben los nombres de los productos, también separados con un signo "+", que en este caso se interpreta como "y". El símbolo  $\Delta$  significa que se requiere energía para que la reacción se efectúe. Observa el ejemplo:



En el lenguaje de la química, las reacciones se representan mediante una **ecuación química** en la que se incluyen **símbolos y fórmulas** tanto de los reactivos como de los productos, separados con una flecha. Por ejemplo, cuando quemamos carbón en presencia de oxígeno del aire ocurre una reacción que se representa mediante la ecuación química siguiente:

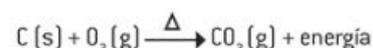


La ecuación anterior representa que el carbono [C] reacciona con el oxígeno [O<sub>2</sub>] y el producto de esta reacción es dióxido de carbono [CO<sub>2</sub>]. En esta reacción se libera energía en forma de calor. Otros símbolos utilizados en las ecuaciones químicas se muestran en el cuadro 3.1:

Cuadro 3.1. Algunos símbolos utilizados en las ecuaciones químicas

Símbolo	Significado
(s)	Estado sólido
(l)	Estado líquido
(g)	Estado gaseoso
(ac)	La sustancia permanece disuelta en agua
↑	Se desprende un gas
↓	Se forma un precipitado a partir de la reacción de sustancias disueltas en un líquido

La ecuación química completa que representa la reacción entre el carbono y el oxígeno es:



## Las ecuaciones químicas y la ley de la conservación de la masa

Además de las fórmulas de los reactivos y productos, en las ecuaciones químicas se representa la proporción en que las sustancias participan en la reacción, de tal forma que se respete la ley de conservación de la masa o de la materia que revisamos en el subcontenido "Aportaciones de Lavoisier: la ley de conservación de la masa" del bloque 1.

Debe tenerse en cuenta que durante una reacción química los átomos de los reactivos no desaparecen, sino que se separan y reacomodan para formar los productos. Es decir, existe una conservación de átomos (fig. 3.6).

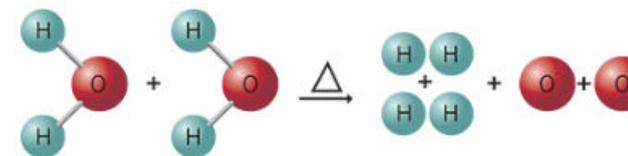
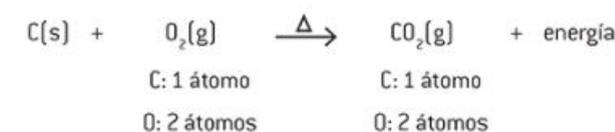
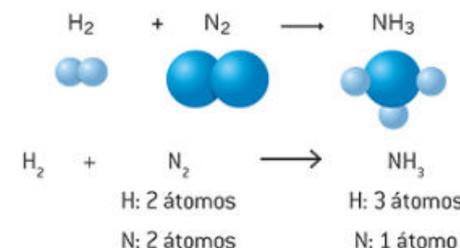


Figura 3.6. ¿Cuántos átomos de cada elemento se representan en los módulos de los reactivos y los productos?

Si contamos los átomos representados en la ecuación química de la reacción entre el carbono y el oxígeno, identificaremos un átomo de carbono y dos átomos de oxígeno tanto en los reactivos como en los productos:



Cuando en una ecuación química la cantidad de átomos es la misma en los reactivos que en los productos, se representa de manera adecuada la ley de la conservación de la masa. Sin embargo, no en todos los casos la ecuación química representa el cumplimiento de esta ley, al considerar solo los símbolos y fórmulas de las sustancias. Observa la ecuación de la reacción del hidrógeno con nitrógeno para formar amoníaco:



La cantidad de átomos de hidrógeno y de nitrógeno es diferente en los reactivos y productos, pero esto es imposible, ya que durante una reacción química no existe pérdida de átomos, sino solo un reacomodo de los mismos, es decir, los átomos de los reactivos se unen de manera distinta para formar los productos.

Para ajustar la cantidad de átomos se utilizan números llamados **coeficientes**, que se colocan antes del símbolo o de la fórmula. Si el coeficiente es 1, no se escribe. Estos números afectan a todos los elementos del compuesto. Para calcular la cantidad total de átomos se multiplica el coeficiente por el subíndice correspondiente. Así, para igualar la cantidad de átomos de nitrógeno, en la parte de los productos colocamos un 2 antes de la fórmula del amoníaco:



## Conéctate

Revisa el apartado Reacción química a nivel molecular en la siguiente página web y realiza las actividades para representar de manera adecuada el cumplimiento de la ley de la conservación de la masa. [objetos.unam.mx/quimica/reaccionQuimica/](http://objetos.unam.mx/quimica/reaccionQuimica/) [Fecha de consulta: 17 de octubre de 2016].

Al hacer lo anterior, se modificó la cantidad de átomos de hidrógeno en los productos por lo que ahora tenemos 6 átomos de hidrógeno, pero en los reactivos sigue habiendo 2. Si colocamos un 3 antes del símbolo del hidrógeno:

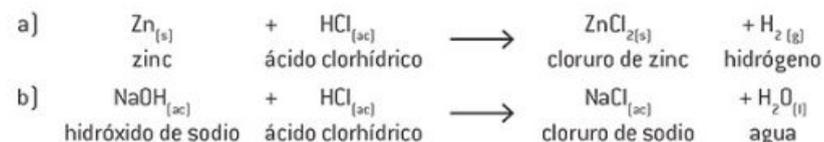


De esta forma, la cantidad de átomos en los reactivos es la misma que en los productos y la ecuación cumple de manera adecuada la ley de conservación de la masa. Es importante tener en cuenta que al ajustar la cantidad de átomos en una ecuación nunca deben modificarse los subíndices de las fórmulas, pues estos indican la proporción de los átomos de cada elemento en el compuesto. Si cambiamos los subíndices, modificamos la identidad de las sustancias.

## Con ciencia

Reúnete con tu equipo y realiza en tu cuaderno lo que se pide.

- Describe con palabras estas ecuaciones e identifica los reactivos y los productos.

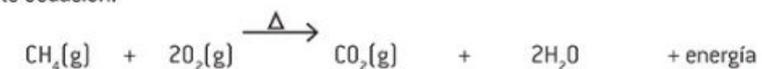


- Identifica si las ecuaciones químicas representan de manera adecuada la ley de conservación de la masa. En caso contrario, haz el ajuste necesario.
- Escribe las ecuaciones químicas de las siguientes reacciones de tal forma que se represente de manera adecuada el cumplimiento de la ley de la conservación de la masa:
  - El magnesio [Mg] sólido arde en presencia de oxígeno gaseoso [O<sub>2</sub>] y se obtiene una llama de color blanco. Al extinguirse la flama se forma un polvo de color blanco, el óxido de magnesio [MgO].
  - Al poner en contacto un pedazo de sodio [Na] con agua [H<sub>2</sub>O] en un recipiente, se observa el desprendimiento de hidrógeno gaseoso [H<sub>2</sub>] y se forma hidróxido de sodio [NaOH], que permanece disuelto en el agua.
- Identifica y describe las propiedades de los reactivos y productos en esas ecuaciones.
- Comparte tus respuestas con el grupo y, con la coordinación del profesor, comenta la utilidad de las ecuaciones químicas para representar los cambios químicos y cómo se manifiesta en ellas el cumplimiento de la ley de conservación de la masa.

## Reacciones exotérmicas y endotérmicas

Durante las reacciones químicas se rompen los enlaces que mantienen unidos a los átomos y se forman otros nuevos para obtener los productos. En estos procesos está involucrada la **energía**. En general, se requiere energía para romper los enlaces de los átomos, mientras que en la formación de enlaces se desprende energía.

Las reacciones de combustión son un ejemplo de **reacciones exotérmicas**, caracterizadas por liberar o desprender energía cuando se llevan a cabo. Ocurre una reacción exotérmica cuando la cantidad de energía que se desprende al formarse enlaces nuevos es mayor que la requerida para romper los enlaces de los átomos que forman los reactivos. Por ejemplo, para cocinar los alimentos y en algunos sistemas de calefacción se llega a utilizar el gas natural, constituido principalmente por metano, CH<sub>4</sub>. Esta reacción se puede representar con la siguiente ecuación:



Si bien es cierto que para iniciar esta reacción se requiere energía, como la proporcionada por un cerillo (fig. 3.7), para romper los enlaces entre los átomos que forman los reactivos (carbono e hidrógeno en el metano, así como los átomos que forman la molécula de oxígeno), es todavía mayor la energía que se desprende cuando los átomos se unen para formar el dióxido de carbono y el agua. Esto hace que la reacción sea **exotérmica**.

Pero si la energía requerida para romper los enlaces en los reactivos es mayor que la desprendida en la formación de enlaces (productos), entonces la reacción requiere energía para efectuarse, por lo general en forma de calor; aquí se habla de **reacciones endotérmicas**.

Un ejemplo de estas para los seres vivos es la fotosíntesis. Durante este proceso ocurre una gran cantidad de reacciones químicas en las cuales las plantas verdes, algunas algas y diversas bacterias absorben la energía luminosa proveniente del Sol, que usan para transformar dióxido de carbono y agua en azúcares (como la glucosa) y en oxígeno.

Otro ejemplo: las compresas frías para brindar primeros auxilios a deportistas. Algunas contienen nitrato de amonio [NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>] y agua líquida en compartimentos separados. Para hacerlas funcionar, se presiona hasta romper la bolsa que contiene el nitrato de amonio, por lo que el compuesto entra en contacto con el agua. Esto ocasiona una brusca disminución de la temperatura del dispositivo, ya que el calor fluye de este hacia las sustancias. El dispositivo frío se coloca sobre la parte lastimada para prevenir la inflamación.

Las reacciones químicas están presentes en la Naturaleza y es posible reproducir algunas en los laboratorios. El conocimiento químico ha hecho posible desarrollar procesos en los cuales se obtiene energía, así como productos que no existen en forma natural, como medicamentos y plásticos que contribuyen a satisfacer algunas de nuestras necesidades.

## Practica lo aprendido

Algunos paquetes calentadores contienen una mezcla de sustancias, una de las cuales es hierro en polvo. La mezcla está en una bolsa de plástico. Para que el dispositivo funcione es necesario retirar una cubierta impermeable de la bolsa, de modo que el aire entre en contacto con las sustancias. Uno de los productos que se obtienen es óxido de hierro (III), Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

Escribe en tu cuaderno la ecuación de la reacción de formación del Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Verifica que se cumple de manera adecuada la ley de conservación de la masa. Luego investiga e identifica las propiedades de los reactivos y de los productos; responde: ¿qué tipo de reacción se lleva a cabo que permite el uso de estos dispositivos?



**Figura 3.7.** La cabeza de los cerillos contiene clorato de potasio, que se descompone debido a la fricción y se libera el oxígeno necesario para que arda el fósforo, que también forma parte del cerillo.

## Cierre

## Inicio

Información Nutricional	
Tamaño de la porción 100 g	
Cantidad por porción	
Calorías 169	Calorías de grasa 65
% Valor Daily	
Grasa total 7g	11%
Grasa saturada 2g	11%
Grasas Trans	
Colesterol 69 mg	23%
Sodio 42 mg	2%
Carbohidratos totales 0 g	0%
Fibra dietética 0 g	0%
Azúcares 0 g	
Proteínas 24 g	
Vitamina A	6% • Vitamina C
Calcio	9% • Hierro

\* Porcentaje de Valores diarios están en 2,000 Calorías. Sus valores diarios pueden ser mayores o menores dependiendo de sus necesidades calóricas.

**Figura 3.8.** En estas etiquetas se reportan las cantidades de nutrimentos y el contenido energético que contiene cierta porción del alimento.

## 2.1 La caloría como unidad de medida de la energía

## Aprendizaje esperado

## El alumno:

- Identifica que la cantidad de energía se mide en calorías y compara el aporte calórico de los alimentos que ingiere.

*El fin de semana pasado, Sebastián acompañó a sus tíos y primos al supermercado para hacer las compras del mes. Cada miembro de la familia llevaba una lista de productos que debía buscar y colocar en el carrito.*

*Sebastián notó que Natalia, su prima, antes de elegir algunos de los productos comestibles empacados que estaban en su lista, leía y revisaba con mucha atención las etiquetas (fig. 3.8).*

*Sebastián le preguntó intrigado la razón de su comportamiento y ella le comentó que la idea era elegir los alimentos que tuviesen menos contenido energético.*

- ¿Qué tipo de información se incluye en las etiquetas de algunos alimentos? ¿Cómo interpretas la expresión "contenido energético"?
- ¿Por qué la familia de Natalia escoge los comestibles con menor contenido energético?
- ¿Eso es algo que también se realiza en tu familia? ¿Por qué?

## Desarrollo

## Los alimentos y la energía

La energía para que nuestro organismo funcione de manera adecuada se obtiene de los **alimentos**. Como revisaste en el bloque 2 de este libro, los alimentos tienen diferentes funciones. Por ejemplo, algunos proveen energía (carbohidratos), otros son ineludibles para construir nuestro organismo (proteínas y algunos lípidos) y unos más resultan indispensables para que nuestro cuerpo funcione de manera adecuada (vitaminas y minerales).

## ¿Calorías o calorías?

En tu curso de Ciencias 2 te explicamos que la energía se expresa en unidades llamadas **joules** o julios (J), aunque también puede expresarse en calorías (cal). Tal vez recuerdas de ese curso que una **caloría** es la energía necesaria para incrementar la temperatura de un gramo de agua en un grado Celsius (de 14.5 °C a 15.5 °C). La equivalencia entre los joules y las calorías es:

$$1 \text{ caloría [cal]} = 4.184 \text{ joules [J]}$$

$$1 \text{ kilocaloría [kcal]} = 4.184 \text{ kilojoules [kJ]}$$

En el ámbito de la nutrición era común que el contenido energético de los alimentos se expresara en calorías (Cal), con la primera letra en mayúscula, la cual indica que se trata de calorías alimenticias. Una Cal equivale a 1 000 calorías o 1 kilocaloría: 1 Caloría (Cal) = 1 000 cal = 1 kcal.

Por lo que 1 Cal es la energía necesaria para incrementar en 1 °C la temperatura de 1 000 g de agua, o de 1 litro si se considera que la densidad del agua pura líquida es de 1 g/ml.

En la actualidad, en la mayoría de las etiquetas de información nutrimental se reporta el contenido energético de los alimentos empacados tanto en kilocalorías como en kilojoules.

Una forma de determinar la energía liberada al quemar una muestra de alimento es mediante el uso de un **calorímetro** (fig. 3.9). En este dispositivo la energía liberada al quemar el alimento se usa para calentar una masa conocida de agua, la cual incrementa su temperatura.



**Figura 3.9.** Dentro del calorímetro, el alimento se quema en presencia de oxígeno y el calor fluye hacia el agua que rodea la cámara de combustión.

Después se realizan cálculos matemáticos con el fin de identificar la energía utilizada para calentar una masa de agua conocida desde una temperatura inicial a una final. Con base en la ley de la conservación de la energía, se considera que la energía liberada al quemar el alimento se utiliza para incrementar la temperatura del agua.

Por ejemplo, si en un calorímetro se queman dos cucharaditas de azúcar que equivalen a 8 g, la energía liberada durante esta combustión calentará 574 g de agua desde 22 °C hasta 85 °C. Con base en los datos del ejemplo, se calentaron 574 g de agua, por lo que se requerirán 574 veces más energía para calentar esta masa de agua.

La temperatura se incrementó en 63 °C (85 °C - 22 °C). Para lograr este aumento se requiere 63 veces más energía que para incrementar la temperatura en 1 °C. Con el fin de conocer el total de la energía implicada, multiplicamos  $574 \times 63 = 36\,162$ . Esto significa que se necesitó cerca de 36 162 veces más energía que la proporcionada por 1 caloría, es decir, se requirieron 36 162 calorías.

Así, se considera que la energía liberada al quemar dos cucharaditas de azúcar es la misma que se utilizó para calentar 574 g de agua de 22 °C hasta 85 °C. Es decir, 36 162 calorías o 36.162 Calorías. Para calcular la energía liberada por una cucharadita de azúcar, dividimos el valor anterior entre dos:

$$\frac{36.162}{2} = 18.08 \text{ Cal} = 18.08 \text{ kilocalorías}$$

Por tanto, 1 cucharadita de azúcar libera alrededor de 18 Calorías o 18 kilocalorías de energía.

## Glosario

**joule.**

Unidad derivada del Sistema Internacional (SI) que equivale al trabajo producido por la fuerza de un newton cuyo punto de aplicación se desplaza un metro.

## Glosario

### nutrimiento.

Sustancia de origen externo que suministra energía al organismo; se utiliza para construir estructuras y es indispensable para que ocurra una reacción química.

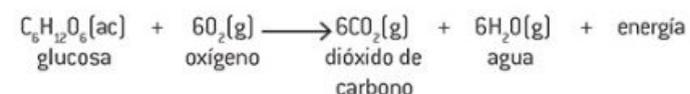
## Aporte calórico de los alimentos

Los alimentos proporcionan **energía química**, es decir, energía almacenada en los compuestos químicos que contienen. La energía se libera cuando estas sustancias experimentan reacciones químicas exotérmicas que ocurren en nuestro organismo.

Los **carbohidratos**, como los azúcares y el almidón, son los **nutrimientos** que liberan energía con mayor rapidez. Se recomienda que en la dieta de los seres humanos, entre 50 y 60% de la energía provenga de alimentos ricos en carbohidratos como frutas, tortillas, pan, pastas y tubérculos.

En nuestro organismo, la mayoría de los carbohidratos se transforman en **glucosa**, la cual interviene en la **respiración celular**, un proceso aeróbico (requiere oxígeno) que tiene lugar en las células. Durante este proceso ocurren diversas reacciones químicas en las que se rompen y forman enlaces nuevos, lo cual ocasiona que se consuma y libere energía.

El proceso total de la respiración celular es exotérmico (libera energía) y, aunque se presentan diversas reacciones químicas que no revisamos en este libro, se representa de manera simplificada con la siguiente ecuación química:



Por **cada gramo** de carbohidrato se liberan **4 Cal** de energía, la cual se almacena en diversos compuestos y está disponible para usarse en los procesos de mantenimiento y funcionamiento.

En el subcontenido "Importancia de los elementos químicos para los seres vivos", comentamos una función de los **lípidos**: almacenar energía. En nuestro organismo ocurren diversas reacciones químicas en las que se libera la energía que necesitamos y que está almacenada en las moléculas de los lípidos. Por **cada gramo** de lípido se liberan **9 Cal**, por lo que se trata de moléculas muy energéticas que liberan más del doble de energía que la misma masa de un carbohidrato.

A partir de las proteínas que constituyen nuestro organismo también es posible obtener energía, pero se utilizan solo cuando las demás fuentes están agotadas. Por **cada gramo** de proteína se liberan **4 Cal** de energía. Los alimentos son las fuentes principales de energía para nuestro cuerpo, pero ¿cómo sabemos la cantidad de energía que contienen? En diversas publicaciones relacionadas con la nutrición y en Internet se pueden consultar tablas del contenido calórico y nutrimental de los alimentos.

### Conéctate

Tablas de contenido calórico de diversos alimentos y equivalentes:

[www.fao.org/3/a-y5740s/y5740s16.pdf](http://www.fao.org/3/a-y5740s/y5740s16.pdf)

[Fecha de consulta: 17 de octubre de 2016].

Tablas de contenido calórico de algunos alimentos preparados:

[www.imss.gob.mx/sites/all/statics/salud/guia-alimentos.pdf](http://www.imss.gob.mx/sites/all/statics/salud/guia-alimentos.pdf)

[Fecha de consulta: 17 de octubre 2016].

Un ejemplo se muestra en el cuadro 3.2, en el que se calcula de forma aproximada cuántas kilocalorías, proteínas, lípidos y carbohidratos contiene una porción de cada grupo de alimentos.

Cuadro 3.2. Contenido energético y nutrimental por grupos de alimentos

Grupo de alimento	Energía (Kcal)	Proteína (g)	Grasa (g)	Carbohidrato (g)
Verduras	25	2	0	4
Frutas	60	0	0	15
Cereales sin grasa	70	2	0	15
Leche entera (1 taza)	150	9	8	12
Leche semidescremada (1 taza)	110	9	4	12
Azúcar sin grasas (2 cucharaditas)	40	0	0	10
Huevo	100	7	8	0
Carne, aves y queso bajo en grasa	55	7	3	0
Aceites y grasas	45	0	5	0

La información del cuadro anterior se refiere a **una porción**, pero este dato varía dependiendo de cuál alimento se trate (fig. 3.10). Por ejemplo, una porción de fruta equivale a 2 piezas de naranjas medianas, 1 taza de sandía o a media pieza de plátano. Una porción de cereales equivale a 1 tortilla de maíz, a 1 pieza de pan de caja blanco o a medio bolillo sin migajón.



Figura 3.10. Una porción de queso equivale a tres cucharadas de requesón, 35 g de queso panela, 20 g de queso Chihuahua o 30 g de queso tipo Oaxaca.

Para calcular el contenido energético de los alimentos que ingiere una persona, se deben sumar las kilocalorías asociadas a cada uno, considerando las porciones. Por ejemplo, si durante el desayuno una persona ingiere el jugo de dos naranjas, una quesadilla de tortilla de maíz con queso Oaxaca (30 g) y un vaso de leche entera, se suman las kilocalorías asociadas a cada porción de alimento:

$$60 \text{ kcal (jugo naranja)} + 70 \text{ kcal (tortilla)} + 55 \text{ kcal (queso Oaxaca)} + 150 \text{ kcal (leche)} = 335 \text{ kcal}$$

## Practica lo aprendido

- Reúnete con los integrantes de tu equipo y revisen sus respuestas a las preguntas iniciales de este subtema. Realicen las modificaciones que consideren necesarias.
- Cada miembro escribirá en su cuaderno los alimentos y las porciones que ingiere durante un día en el desayuno, comida y cena y entre comidas.
- Consulten en Internet tablas del aporte calórico de los alimentos (en "Conéctate" recomendamos algunos sitios) y calculen el contenido calórico de cada uno de los que incluyeron en su menú, según las porciones que suelen ingerir.
- Comparen el aporte calórico de los alimentos que ingieren; para ello ordénenlos de mayor a menor aporte energético e identifiquen los más abundantes en su dieta.
- En una sesión con el grupo y con la orientación de su maestro, reflexionen sobre la importancia de conocer el contenido calórico de los alimentos que ingieren.

## Cierre

## 2.2 Toma de decisiones relacionada con los alimentos y su aporte calórico

### Inicio

#### Aprendizaje esperado

##### El alumno:

- 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.



**Figura 3.11.** Bariatra es una persona especializada en el control de peso, tratamiento de la obesidad y las enfermedades asociadas a estos padecimientos.

*Roberto, de 22 años, tenía sobrepeso, por lo que acudió al bariatra (fig. 3.11), quien le diseñó una dieta y un plan de ejercitación para disminuir de peso. Después de seis meses, Roberto llegó a su peso adecuado.*

*Gabriela, prima de Roberto, tiene 15 años y cree que también tiene sobrepeso. Por eso decidió seguir la misma dieta que su primo. Ella supone que por ser más joven tardará menos tiempo en bajar los kilos que considera que le sobran.*

- ¿Qué le recomendarías a Gabriela para asegurarse de que tiene sobrepeso?
- ¿Consideras que seguir la dieta de su primo le dará los mismos resultados? ¿Por qué?
- ¿Qué harías si estuvieras en el caso de Gabriela?

### Desarrollo

#### La dieta

Para que nuestro organismo funcione de manera adecuada necesitamos consumir agua y varias sustancias. El agua es indispensable ya que, entre otras cosas, favorece la eliminación de desechos corporales y un correcto trabajo de los riñones, contribuye a regular la temperatura de nuestro cuerpo, lubrica las articulaciones, evita el estreñimiento crónico y muchas de las reacciones químicas que ocurren en nuestro organismo se realizan en su presencia.

Además, nuestro organismo requiere **nutrimentos**, diversas sustancias que se encuentran en los alimentos con el fin de formar tejidos, tener la energía necesaria para moverse, realizar diversas actividades, mantener su buen funcionamiento, protegerse y recuperarse de las enfermedades. En tu curso de Ciencias 1 aprendiste las características de una alimentación correcta: completa, equilibrada, higiénica, suficiente, variada y adecuada.

Esto se sintetiza en la propuesta del Plato del bien comer (fig. 3.12), en la cual los alimentos se organizan en tres grandes grupos: verduras y frutas; cereales y tubérculos, así como leguminosas y alimentos de origen animal.

El conjunto de platillos y alimentos aislados que ingiere el ser humano es lo que se conoce como **dieta**, que proviene del vocablo griego *diaitia*, que significa "forma de vida". Los **hábitos alimentarios** de las personas están influidos por varios factores: el lugar en que viven (vegetación, clima, etcétera), la disponibilidad de alimentos en la región, las posibilidades económicas, así como las experiencias y costumbres de la comunidad. Todos estos factores determinan la manera en que se seleccionan, preparan y consumen los alimentos.



**Figura 3.12.** El Plato del bien comer facilita la selección, variación y combinación de alimentos para su preparación y consumo.

En general, los hábitos alimentarios se adquieren por vía oral y se transmiten de padres a hijos, pero no siempre son los más adecuados para tener una alimentación correcta. Otros factores que influyen en que la alimentación sea adecuada o no son la edad, la talla, la actividad física, el trabajo, el sexo y el estado de salud.

#### Edad

Las necesidades de nutrimentos son distintas en las diversas etapas de la vida, por tanto, no todas las personas requieren la misma cantidad de alimentos. Dado que están en crecimiento rápido, los bebés y los niños necesitan mayor cantidad de nutrimentos que los adultos. Por su parte, los adultos mayores suelen realizar poca actividad física y es probable que necesiten menos energía. Además, muchos sufren pérdida parcial o total de dientes o padecen enfermedades bucales que dificultan la masticación. Debido a ello es probable que coman poco y, en consecuencia, su aporte de nutrimentos sea menor; incluso pueden presentar desnutrición.

La adolescencia se caracteriza por un crecimiento rápido y un desarrollo intenso de diversas partes del cuerpo, lo que requiere una gran cantidad de nutrimentos. Se recomienda que en esta etapa se hagan cinco comidas al día: las tres principales (desayuno, comida y cena) y dos colaciones (una durante la mañana y otra por la noche). Las comidas principales deben prepararse con alimentos de los tres grupos. Las colaciones pueden incluir frutas, verduras y cereales que proporcionen la energía necesaria para realizar actividades antes de la siguiente comida.

#### Sexo

Los requerimientos de contenido calórico y de nutrimentos son distintos entre el sexo femenino y el masculino debido a las diferencias de estatura, masa corporal (ver cuadro 3.3) y actividad física.

Cuadro 3.3 Índice de Masa Corporal (IMC) 14 años

Varones	Mujeres	Categoría
Menor a 15.9	Menor a 15.8	Debajo del peso adecuado
De 15.9 a 22.6	De 15.8 a 23.4	Peso adecuado
Entre 22.6 y 26	Entre 23 y 27.3	Riesgo de sobrepeso
Mayor de 26	Mayor de 27.3	Sobrepeso

Por ejemplo, las adolescentes tienen más necesidades que los varones debido, entre otros motivos, a la pérdida de sangre que experimentan durante la menstruación, lo que propicia una merma regular de hierro y de otros nutrimentos y puede hacerlas propensas a la anemia. Debido a lo anterior se recomienda que ingieran alimentos ricos en hierro como frijol, lentejas, verduras de color verde, cereales enteros, hígado y huevo.

Durante el embarazo, las mujeres tienen mayores exigencias nutrimentales que garantizarán los nutrimentos adecuados y suficientes para el crecimiento tanto de algunas zonas de su organismo como del feto (fig. 3.13). Por ejemplo, durante la primera mitad del embarazo se necesita alimento adicional para aumentar el tamaño del útero y pechos de la madre, así como para el aumento de la cantidad de sangre.

#### Para saber más

El Índice de Masa Corporal (IMC) es la relación entre el peso y la estatura de una persona que permite tener una primera idea respecto de si nuestro peso es adecuado o no. Para calcularlo se utiliza la expresión matemática siguiente:

$$IMC = \text{peso [kg]} / (\text{estatura en metros})^2$$

El valor obtenido se interpreta según la edad y el sexo de la persona. En el cuadro 3.3 se reportan los valores para adolescentes de 14 años.



**Figura 3.13.** En el último trimestre del embarazo se requieren nutrimentos adicionales debido al rápido crecimiento del feto.

### Promoción de la salud

Muchas personas se someten a dietas con la idea de tener una buena figura. No obstante, primero debe pensarse en la salud. Revisa que lo que consumes sea acorde con tu gasto calórico. Si consideras que requieres una dieta especial (para bajar de peso, aumentar masa muscular o combatir un cuadro de desnutrición), consulta siempre a un nutriólogo.

Muchas mujeres adultas, además de trabajar en el campo o en fábricas u oficinas, desempeñan labores domésticas, por lo que sus necesidades de energía y de nutrientes son mayores que las de los varones que solo ejecutan un tipo de trabajo.

### Actividad física

Nuestro organismo necesita energía para realizar diversas funciones y actividades físicas. Un uso adicional de energía se requiere para superar enfermedades y cirugías. Sin embargo, la **eficiencia del organismo** para aprovechar los nutrientes y la energía, así como para convertir la energía de reserva en otro tipo de energía es distinta para cada individuo. Debido a ello es complicado calcular el gasto energético de una persona. Sin embargo, existen algunos datos generales para distintas actividades como se muestra en el cuadro 3.4.

Actividad	kcal/kg/min	Actividad	kcal/kg/min
Dormir	0.02	Barrer	0.05
Asearse	0.05	Trapear	0.07
Caminar (5 km/h)	0.06	Lavar la ropa	0.07
Comer	0.03	Correr (8-10 km/h)	0.15
Hacer la cama	0.06	Nadar crawl	0.17
Bajar escaleras	0.10	Bailar	0.07
Subir escaleras	0.25	Jugar voleibol	0.12
Leer, conversar, ver televisor, trabajar o jugar en la computadora, sentado o de pie	0.03	Trabajo muy activo (atletas, bailarines, mineros, peones, leñadores)	0.96
Trabajo ligero (oficina y comercio)	0.03	Jugar futbol o baloncesto	0.14

Fuente: Ángeles Carbajal, *Manual de nutrición*, Universidad Complutense de Madrid, 2002.

En el cuadro anterior, el consumo energético se reporta en kilocalorías por kilogramo de peso cuando la actividad se realiza durante un minuto. Para calcular el gasto energético de una persona hay que ajustar los datos según su peso corporal y el tiempo que destina a cada actividad.

Por ejemplo, supongamos que un varón pesa 70 kg y durante un día realiza 8 h de trabajo de oficina, 1 h para asearse, 1 h 30 minutos para comer, 30 minutos para caminar y 1 h para leer. Con el fin de calcular el costo energético por cada actividad, multiplicamos el gasto energético reportado en el cuadro por el peso de la persona y los minutos invertidos en cada actividad.

Tiempo y actividad	Cálculo [gasto energético (kcal/kg/min) × peso (kg) × tiempo (min)]
8 h de trabajo en oficina	$0.03 \times 70 \times 480 = 1\ 008$ kcal
1 h de aseo	$0.05 \times 70 \times 60 = 210$ kcal
1 h 30 min para comer	$0.03 \times 70 \times 90 = 189$ kcal
30 min para caminar	$0.06 \times 70 \times 60 = 252$ kcal
1 h para leer	$0.03 \times 70 \times 60 = 126$ kcal
Total	1 785 kcal

© SANTILLANA

### Factores ambientales

También es importante considerar factores ambientales para elegir nuestra dieta. Por ejemplo, en la estación más calurosa del año, el verano, aumenta la transpiración de nuestro cuerpo con la consecuente pérdida de agua. Por ello debemos ingerir mayor cantidad de este líquido para hidratarnos y consumir comidas con menor contenido calórico.

En verano encontramos la mayor diversidad de verduras que podemos combinar con cereales, legumbres y alimentos de origen animal: queso, huevo, pescados y pollo para preparar nutritivas y deliciosas ensaladas. También disponemos de una gran variedad de frutas muy refrescantes. La temperatura ambiente en esta época del año propicia que se antojen más los alimentos asados a las brasas, a la plancha o cocinados al vapor, en lugar de guisados elaborados, cocidos o fritos, que suelen tener mayor contenido calórico.

Durante el otoño e invierno, en general disminuye la temperatura ambiental y debemos consumir alimentos con mayor aporte energético, pero sin abusar de aquellos ricos en grasas de origen animal y azúcares simples, como el azúcar de mesa, golosinas, refrescos, etcétera. En su lugar, una buena fuente de energía y de proteínas son las combinaciones de legumbres y cereales.

Cada año, a través de boletines que reproducen los medios masivos, la Secretaría de Salud recomienda que durante la temporada invernal se consuman frutas y verduras ricas en vitaminas A y C: zanahoria, naranja, lima, limón, guayaba, jitomate, mandarina y papaya, así como endulzar los alimentos con poca azúcar, cocinar con poca sal, tomar agua y moverse 30 minutos al día.

Aunque existen tablas de contenido calórico de los alimentos y del gasto energético al realizar diversas actividades, es importante considerar que se trata de datos promedio y que la eficiencia del organismo para aprovechar nutrientes y energía es distinta para cada persona.

### Practica lo aprendido

Responde de nuevo las preguntas planteadas al inicio de este subcontenido e identifica si hay diferencias con tus respuestas iniciales.

Después, calcula con tu equipo el gasto energético aproximado de una estudiante de 15 años que pesa 45 kg y mide 1.55 m de estatura. Para ello considera lo siguiente:

- El organismo de la estudiante requiere aproximadamente 1 320 kcal al día para mantenerse con vida.
- Inventa las actividades que realiza la estudiante durante un día con base en los datos del cuadro 3.3 y asigna un tiempo a cada actividad. Toma como referencia las que tú o tus amigos realizan.
- Efectúa los cálculos necesarios para estimar el gasto energético según el tiempo que la estudiante destina a cada actividad y su peso.
- Considera que la dieta que sigue la estudiante le proporciona 2 200 kcal diarias. ¿Es adecuado el aporte calórico de los alimentos que consume respecto de las actividades que realiza? Explica tu respuesta.
- Compara tus resultados con los del grupo y, con la orientación de tu maestro, reflexiona sobre la importancia de tener una idea del gasto energético para seleccionar una dieta. Al final, pide al profesor que te evalúe.

© SANTILLANA

### Para saber más

Una parte fundamental de la cultura de un país es la comida y en la actualidad el desarrollo de las comunicaciones y transportes nos permite conocer y compartir muchas formas de alimentación.

En cada país se cultivan plantas y se crían animales de acuerdo con las condiciones climáticas y la composición del subsuelo. En las distintas regiones del mundo los factores ambientales desempeñan un papel muy importante en la selección de los alimentos y la preparación de platillos.

### Cierre

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

### Inicio



**Figura 3.14.** La estructura de la torre se vuelve inestable al retirar algunas piezas que la forman.

### Aprendizajes esperados

#### El alumno:

- 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.

Unos niños competían en el juego llamado tembleque, que consiste en apilar una gran cantidad de piezas rectangulares de madera formando una torre regular y simétrica, y después quitar piezas sin que se caiga la estructura. Aunque parece muy sencillo, no lo es. Las piezas no se deben quitar de la parte alta de la torre, sino de la parte media, lo cual provoca inestabilidad (fig. 3.14).

Los niños complicaron el juego cada vez más. No hubo necesidad de un juez para saber quién era el ganador. Con gran festejo de unos y desilusión de otros, la torre cayó cuando alguien quiso sacar una pieza y todas se desplomaron sobre la mesa.

- ¿Cuántas maneras hay de acomodar las piezas para formar una estructura?
- Si se cambian el orden y la disposición de los elementos, pero no la cantidad, ¿se forma una estructura diferente?
- ¿De qué depende la estabilidad en una estructura?

### Desarrollo

## Las revoluciones de la química

Hablar de revoluciones de la química es referirse a las contribuciones que modificaron el conocimiento científico. En este libro consideramos tres de ellas.

La primera fue cuando Antoine Lavoisier postuló la ley de conservación de la masa en el siglo XVIII y la revisamos en el bloque 1. La segunda ocurrió a mediados del siglo XIX con el trabajo de Stanislao Cannizzaro, quien distinguió entre átomos y moléculas, con lo cual pudo calcularse la masa relativa de los elementos conocidos. Con base en esos estudios y en los trabajos de otros, Dimitri Mendeleiev propuso la tabla periódica de los elementos; dimos cuenta de ello en el bloque 2.

En el siglo XX, los químicos estadounidenses Gilbert Newton Lewis y Linus Carl Pauling (1901–1994) hicieron importantes contribuciones al conocimiento de la estructura de los materiales e iniciaron la tercera revolución de la química. En este contenido retomaremos algunos aspectos de sus aportaciones.

### Conéctate

Si quieres profundizar en las aportaciones de esta ciencia, observa el siguiente video: "El mundo de la química" en "El mundo de la química", vol. 1, en *El video en el aula. Acervo y usos didácticos de la videoteca escolar. Educación secundaria.* SEP, México, 1996.

### Con ciencia

Para recordar algunos aspectos de los modelos de enlace químico, contesta lo siguiente:

- ¿Qué diferencias existen entre los modelos de enlace iónico y covalente?
- ¿Qué tipo de elementos se unen mediante enlaces iónicos? ¿Cuáles por medio de enlaces covalentes?
- ¿Cuáles son las propiedades generales que tienen en común las sustancias iónicas? ¿Cuáles las sustancias moleculares?

## Los compuestos y las estructuras de Lewis

En el subcontenido "Enlace químico" del bloque 2 revisamos cómo se representa un enlace químico a partir de las **estructuras de Lewis**, en las cuales los electrones de valencia de los átomos se representan con puntos alrededor del símbolo del elemento.

Para identificar el número de electrones de valencia de los **elementos representativos** es muy útil la tabla periódica, ya que dicho número se relaciona con el grupo donde se ubica el elemento, como se muestra en el cuadro 3.5:

**Cuadro 3.5.** Electrones de valencia de los elementos según el grupo en que se ubican

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

En este cuadro se muestra que el número de electrones de valencia de los elementos representativos aumenta en una unidad del grupo 1 (IA) al 18 (VIIIA), correspondiente a los gases nobles.

En 1916, el físico alemán Walther Kossel (fig. 3.15) propuso que al combinarse los átomos, **pierden o ganan electrones**, con lo cual adquieren la misma cantidad de electrones que un gas noble. Por su parte, en el mismo año, Lewis planteó que algunos átomos **comparten** electrones para completar su capa de valencia con ocho.

En el subcontenido "Modelos de enlace covalente e iónico" del bloque 2, viste que cuando un átomo gana o pierde electrones se forman iones que se atraen por diferencia de carga, por lo que a Kossel se le reconoce como el "padre" del enlace iónico. Dado que Lewis propuso el modelo de compartición de electrones se le considera el "padre" del enlace covalente.

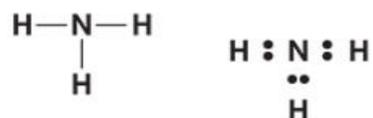
En el bloque 2 revisamos que los gases nobles son elementos muy estables (no reaccionan con facilidad con otros elementos) y tienen ocho electrones de valencia (excepto el helio, que tiene dos), así como lo que propone la **regla del octeto**: que al unirse o enlazarse los átomos tienden a obtener la misma cantidad de electrones de valencia que los gases nobles, lo cual les confiere **estabilidad**.

Las estructuras de Lewis y la regla del octeto son herramientas de gran utilidad para predecir la estructura de algunos compuestos. Para ello, es importante tener en cuenta lo siguiente:

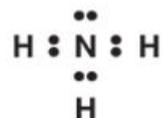


**Figura 3.15.** Walther Ludwig Julius Kossel (1888-1956) recibió el Premio Nobel de Fisiología o Medicina en 1910.

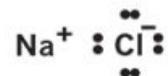
- El átomo de hidrógeno solo tiene un electrón de valencia y completa su capa externa con dos electrones. Es una excepción a la regla del octeto.
- Si el **enlace** entre los átomos es **covalente** (entre no metales), los dos electrones involucrados se representan con una línea (—) que une los símbolos de los elementos que forman el compuesto. Otra forma de representación es con dos puntos entre los símbolos de los elementos enlazados:



- Los pares de electrones que no forman enlaces se representan con dos puntos que se trazan alrededor del símbolo del elemento correspondiente:



- En las estructuras de Lewis de los **compuestos iónicos** (formados por un metal y un no metal) no se utiliza la línea entre los símbolos, pero sí debe indicarse la carga de cada ion (catión con carga positiva y anión con carga negativa) según la cantidad de electrones aceptados o cedidos. En general, los metales ceden electrones y los no metales los aceptan:

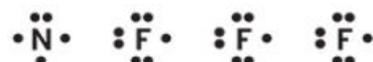


Alrededor del ion sodio no se dibujan puntos, pues el átomo de sodio cedió su único electrón de valencia, con lo cual adquiere una carga positiva. Por otra parte, alrededor del símbolo del cloro se dibujan ocho puntos que representan ocho electrones de valencia, incluido el proveniente del sodio, por lo que el ion cloruro adquiere una carga negativa y tiene completa su capa de valencia.

Revisemos algunos ejemplos para construir estructuras de Lewis de ciertos compuestos. Supón que deseas dibujar la estructura de Lewis del trifluoruro de nitrógeno ( $\text{NF}_3$ ), un compuesto formado por elementos no metálicos (flúor y nitrógeno) cuyos tres átomos de flúor están enlazados a un átomo de nitrógeno mediante enlaces covalentes.

Lo primero que te recomendamos es identificar el **número total de electrones de valencia** de todos los átomos que forman el compuesto, para ello puedes utilizar la tabla periódica y la información del cuadro 3.5. Como el nitrógeno se ubica en el grupo 15, tiene 5 electrones de valencia; mientras que el flúor pertenece al grupo 17 y tiene 7 electrones de valencia.

El trifluoruro de nitrógeno está formado por un átomo de nitrógeno y tres átomos de flúor cuyas estructuras de Lewis son como sigue:



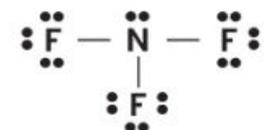
El número total de electrones de valencia se obtiene sumando los cinco del nitrógeno más los 21 ( $3 \times 7 = 21$ ) de los tres átomos de flúor. El total es 26. Después se acomodan los átomos de los elementos con base en la descripción de la composición del compuesto o de su fórmula, si es el caso:



Unimos cada átomo de flúor al átomo de nitrógeno con una **línea** que representa un **enlace covalente** con el cual se comparten dos electrones:



Identificamos la cantidad de electrones de valencia que no participaron en la formación de enlaces. Para ello, al total de electrones de valencia le restamos los seis electrones que unen a los tres átomos de flúor con el átomo de nitrógeno:  $26 - 6 = 20$ . Ahora debemos acomodar estos veinte electrones alrededor de los átomos, de tal forma que cada átomo diferente cumpla con la regla del octeto:



De esta forma, cada átomo de los elementos que forman el compuesto tiene ocho electrones en su capa de valencia (recuerda que cada línea representa dos electrones compartidos), por lo que cumplen con la regla del octeto.

Ahora veamos un compuesto formado por elementos metálicos y no metálicos, como el cloruro de magnesio ( $\text{MgCl}_2$ ), que se unen mediante un enlace iónico. Como el magnesio se ubica en el grupo 2 de la tabla periódica, tiene dos electrones de valencia. El cloro está en el grupo 17 y tiene siete electrones de valencia. Sus estructuras de Lewis son:

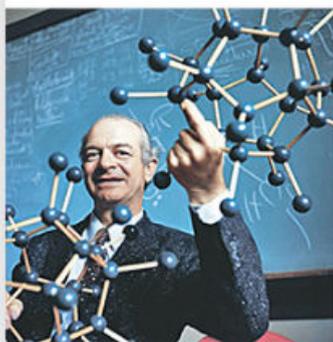


De acuerdo con la regla del octeto, el magnesio puede ceder sus dos electrones de valencia y adquirir el mismo número de electrones que el gas noble neón. Por otro lado, al cloro le falta un electrón para completar su capa de valencia con ocho electrones. Dado que cada átomo de cloro solo puede aceptar un electrón, se requieren dos átomos de cloro para aceptar los dos electrones que cede el magnesio:



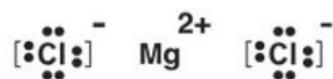
## Conéctate

Para ejercitarte en la construcción de estructuras de Lewis consulta: [objetos.unam.mx/quimica/simbolosLewis/](http://objetos.unam.mx/quimica/simbolosLewis/) [Fecha de consulta: 17 de octubre de 2016].



**Figura 3.16.** En 1954, Linus Pauling (1901-1994) recibió el Premio Nobel de Química por su trabajo sobre la naturaleza de los enlaces químicos.

Se forman dos iones de cloro  $\text{Cl}^-$  y un ion magnesio  $\text{Mg}^{2+}$ , que se atraen por diferencia de cargas, para dar lugar al compuesto cloruro de magnesio con fórmula  $\text{MgCl}_2$ :



Cada uno de los iones formados es más estable que el átomo correspondiente.

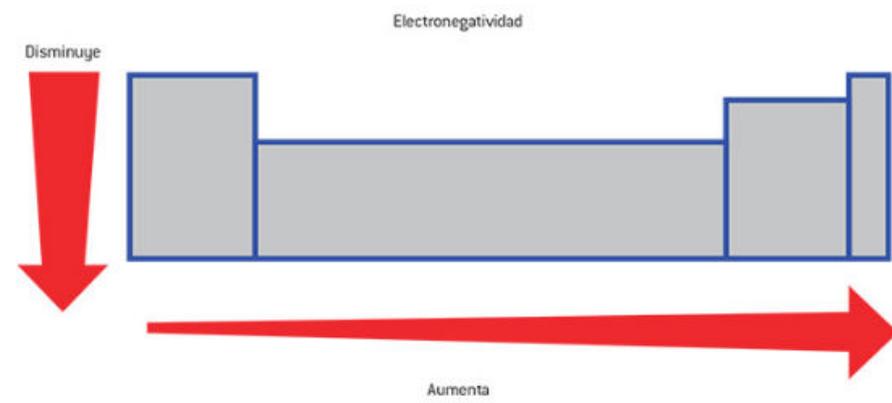
## Las aportaciones de Pauling

Como ya revisamos, en el modelo de enlace por transferencia de electrones o iónico los electrones se transfieren de un átomo a otro y se forman iones, mientras que en un enlace covalente se comparten los electrones y se forman moléculas. En general, estos modelos ayudan a explicar la diferencia entre las propiedades de las sustancias, como lo examinamos en el subtema "Relación entre las propiedades de las sustancias con el modelo de enlace: covalente e iónico" del bloque 2.

Sin embargo, muchos compuestos tienen características propias de sustancias iónicas y otras de sustancias covalentes o moleculares. Para explicar lo anterior, el científico estadounidense **Linus Carl Pauling** (fig. 3.16) analizó los resultados de una gran cantidad de experimentos realizados por diversas personas de ciencia, sistematizó la información y propuso que al formarse un enlace covalente los electrones no se comparten por igual entre los átomos.

Introdujo el concepto de **electronegatividad**: una medida de la capacidad que tiene el núcleo del átomo de un elemento para atraer los electrones de un enlace. Propuso una escala numérica y le asignó el valor máximo de 4 al flúor, el elemento más electronegativo, es decir, con mayor capacidad para atraer los electrones.

El valor más bajo de electronegatividad (0.7), es decir, el que tiene la menor capacidad para atraer los electrones, corresponde al francio, que se ubica en la parte baja de la familia 1 de la tabla periódica (fig. 3.17).



**Figura 3.17.** En la tabla periódica el valor de electronegatividad de los elementos se incrementa de izquierda a derecha en un mismo periodo y disminuye de arriba abajo en un mismo grupo.

Cuando se enlazan átomos de un mismo elemento (como los gases oxígeno,  $\text{O}_2$  y nitrógeno,  $\text{N}_2$ ) o de elementos con electronegatividad similar se forma un **enlace covalente típico** y sus propiedades corresponden a las de las sustancias moleculares, por ejemplo, el propano ( $\text{C}_3\text{H}_8$ ) y el butano ( $\text{C}_4\text{H}_{10}$ ), componentes del gas doméstico.

Si uno de los átomos de un enlace covalente tiene mayor electronegatividad que el otro, los electrones son más atraídos hacia el núcleo del elemento más electronegativo y en consecuencia la molécula es polar, como en el caso del agua que revisamos en el bloque 2. Se forma entonces un **enlace covalente polar**.

Cuando la diferencia de electronegatividad es muy grande, se forma un **enlace iónico**, ya que el elemento menos electronegativo transfiere su electrón al de mayor electronegatividad y se forman iones que se atraen por diferencia de cargas. Esto ocurre cuando se unen elementos de los grupos 1 y 17 de la tabla periódica. Como recordarás, los compuestos iónicos no forman moléculas sino redes cristalinas como el cloruro de sodio ( $\text{NaCl}$ ).

Pauling también favoreció el mejor entendimiento de la formación y las características de los enlaces covalentes dobles y triples, así como la estructura de las moléculas, desde las más sencillas hasta las complejas como las proteínas. Sus aportaciones contribuyeron al desarrollo del conocimiento químico, pero no fue menos importante su labor pacifista.

Pauling reunió firmas para pedir públicamente el fin de las pruebas atómicas. En 1963, Reino Unido, la Unión Soviética y EUA firmaron el acuerdo que limitaba las pruebas de armas nucleares a cielo abierto, lo que representó el triunfo de los civiles o, como se dijo en ese entonces: de las ideas sobre las armas. Debido a su gran influencia en esto, Pauling se hizo acreedor a su segundo Premio Nobel (ahora de la Paz) en 1962. Al igual que Marie Curie, es uno de los pocos científicos que lo ha recibido en dos ocasiones.

## Conéctate

Revisa esta página para conocer hechos interesantes sobre la vida de Pauling. Después comenta en equipo sobre sus aportaciones a la paz mundial.  
[scarc.library.oregonstate.edu/coll/pauling/cronologia/page18.html](http://scarc.library.oregonstate.edu/coll/pauling/cronologia/page18.html)  
 (Fecha de consulta: 17 de octubre de 2016).

## Practica lo aprendido

Elabora en equipo y en tu cuaderno las estructuras de Lewis de estos compuestos:

a)  $\text{H}_2\text{S}$    b)  $\text{CaO}$    c)  $\text{CCl}_4$    d)  $\text{KBr}$

- Utiliza la tabla periódica para clasificar en metales o no metales los elementos que forman esos compuestos.
- Identifica la cantidad de electrones de valencia de cada átomo según su posición en la tabla periódica.
- Emplea la tabla de variación de la electronegatividad para predecir el tipo de enlace más probable entre los átomos.
- Dibuja las estructuras de Lewis de cada compuesto y, en los que son moleculares, utiliza una línea para representar el par de electrones que forman el enlace.

Comparte tus estructuras con tus compañeros del grupo y, con la orientación de tu maestro, comenten de qué manera los trabajos de Lewis y la regla del octeto contribuyen a explicar que los átomos adquieren una estructura más estable cuando se enlazan, así como la importancia de la tabla de electronegatividad propuesta por Pauling.

## Para saber más

**Dorothy Crowfoot** (1910-1994). Química de origen inglés que obtuvo el Premio Nobel de Química en 1964 por la determinación de la estructura de muchas sustancias biológicas mediante rayos X, entre ellas la vitamina B12, la insulina, la penicilina y el colesterol.

**Rosalind Franklin** (1920-1958). Biofísica y cristalógrafa inglesa. Sus estudios en las técnicas de difracción de rayos X contribuyeron a la comprensión de la estructura de los virus, del grafito y de la molécula de ADN; sin embargo, no fue incluida en el Premio Nobel de Medicina 1962, otorgado a James Dewey Watson, Francis Crick y Maurice Wilkins por dilucidar la estructura de ADN.

## Cierre

## 3.2 Uso de la tabla de electronegatividad

### Inicio

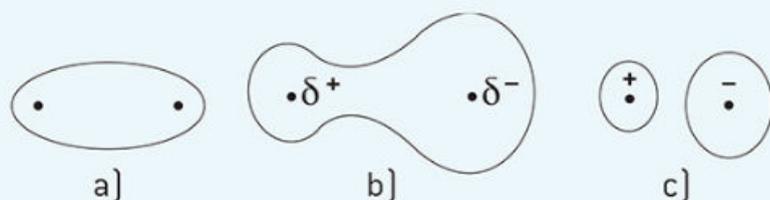
#### Aprendizaje esperado

##### El alumno:

- 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.

### La representación de los enlaces

En un concurso de Ciencias 3, María presentó a su grupo los siguientes diagramas:



Los diagramas representan la distribución de los electrones en los enlaces iónico, covalente y covalente polar. El reto consistía en inferir cuál modelo correspondía a cada uno, así como el tipo de enlace más probable entre los átomos de tres sustancias distintas: cloruro de sodio (NaCl), cloro molecular (Cl<sub>2</sub>) y cloruro de hidrógeno (HCl).

- ¿Qué tipo de enlace se representa en cada diagrama?
- ¿Cuál es el enlace más probable entre los átomos de cada sustancia mencionada? ¿Por qué?
- ¿En qué diagramas se comparten los electrones y en cuáles se ceden o ganan?

### Desarrollo

#### La electronegatividad de los elementos y los modelos de enlace

En el subcontenido 3.1 de este bloque vimos que Linus Pauling propuso el concepto de *electronegatividad* como la capacidad de un átomo para atraer los electrones de un enlace, y que al átomo de flúor le asignó el valor máximo (4.0) y al francio, el menor (0.7). Además, determinó valores de electronegatividad a varios elementos, los cuales se muestran en la tabla A.

Tabla A. Valores de electronegatividad de los elementos

1																	18			
H 2.1																				
Li 1.0	Be 1.5															B 2.0	C 2.5	N 3.0	O 3.5	F 4.0
Na 0.9	Mg 1.2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Al 1.5	Si 1.8	P 2.1	S 2.5	Cl 3.0				
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 1.9	Cu 1.9	Zn 1.6	Ga 1.6	Ge 1.8	As 2.0	Se 2.4	Br 2.8				
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				
Cs 0.7	Ba 0.9	La-Lu 1.0-1.2	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				
Fr 0.7	Ra 0.9																			

Los valores de la electronegatividad ayudan a determinar el tipo de enlace más probable entre los átomos que se enlazan. Para ello se calcula la **diferencia de electronegatividad**, es decir, al valor del elemento más electronegativo que forma el enlace se le resta el valor del menos electronegativo. En el cuadro 3.6 se muestra el criterio para decidir el tipo de enlace químico:

Cuadro 3.6. Tipo de enlace químico conforme a su electronegatividad

Diferencia de electronegatividad	Tipo de enlace
0	Covalente no polar
0.1 a 1.6	Covalente polar
Igual o mayor a 1.7	Iónico

En la bibliografía científica existen otros valores de electronegatividad para predecir el tipo de enlace más probable, pero en este libro utilizaremos los criterios del cuadro 3.6. En el cuadro 3.7 se muestran algunos ejemplos.

Cuadro 3.7. Tipos de enlace de algunos elementos según su electronegatividad

Elementos	Diferencia de electronegatividad	Tipo de enlace
Na y F	4.0 - 0.9 = 3.1	Iónico
C y O	3.5 - 2.5 = 1	Covalente polar
O y O	3.5 - 3.5 = 0	Covalente puro o no polar



Figura 3.18. Usado como combustible doméstico, el metano (CH<sub>4</sub>), un hidrocarburo, se encuentra en forma de gas a temperatura y presión ordinarias. Componente principal del gas natural, es más ligero que el aire, y es incoloro, inodoro, inflamable; se genera como producto de la digestión animal o la putrefacción anaeróbica de las plantas. Contribuye al efecto invernadero.

#### Las ecuaciones químicas y la tercera revolución de la química

Las estructuras de Lewis y la tabla de electronegatividad propuesta por Pauling permiten representar, mediante una ecuación, la formación de compuestos en reacciones químicas sencillas. Por ejemplo, la creación de metano (fig. 3.18) a partir de carbono sólido e hidrógeno gaseoso. Para predecir el tipo de enlace más probable entre estos átomos, calculamos la diferencia de su electronegatividad a partir de los datos de la tabla A:

$$2.5 (\text{C}) - 2.1 (\text{H}) = 0.4$$

Como la diferencia de electronegatividad es menor que 1.7 y no cero, el enlace es **covalente polar**, esto significa que los átomos comparten electrones al unirse. En la Naturaleza el hidrógeno se encuentra como molécula diatómica, con la siguiente estructura de Lewis:



Si al inicio de la reacción la molécula de hidrógeno se separa en los átomos que la forman, queda lo siguiente:



La primera parte de la ecuación de formación del metano, considerando que un átomo de carbono reacciona con los dos átomos de la molécula de hidrógeno, queda:



### Glosario

#### anaeróbico.

Actividad o proceso que se efectúa en ausencia o con escasa presencia de oxígeno.

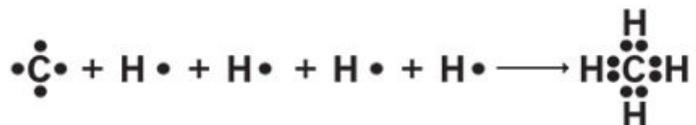


**Figura 3.19.** El nombre litio procede del griego *lithion*, que significa "piedrecilla". De color blanco plateado, es el más ligero de los metales. Cuando el litio se quema y se combina con oxígeno, forma óxido de litio, usado para elaborar esmaltes de cerámica y purificar el aire.

En la estructura de Lewis del carbono identificamos cuatro electrones de valencia para formar cuatro enlaces, mientras que en el hidrógeno solo hay uno. Para satisfacer la valencia del carbono se requieren cuatro átomos de hidrógeno, por lo cual agregamos las estructuras de Lewis de los otros átomos de hidrógeno:



Construimos la estructura de Lewis del compuesto, con base en lo revisado en el subcontenido 3.1 de este bloque:



El carbono cumple con la regla del octeto y cada hidrógeno completa su capa externa con dos electrones; así, la estructura del metano es correcta. Escribimos la ecuación química con símbolos y fórmulas sin olvidar que la molécula de hidrógeno es diatómica, por tanto, cuatro átomos de hidrógeno equivalen a dos moléculas:



Para terminar, verificamos que la ecuación represente de manera adecuada la ley de la conservación de la masa: que exista la misma cantidad de átomos tanto en los reactivos como en los productos. En ambos lados de la ecuación hay un átomo de carbono y cuatro de hidrógeno.

Analicemos ahora el óxido de litio (fig. 3.19). Su nombre indica que lo forman los elementos oxígeno y litio, que constituyen los reactivos. Para predecir el tipo de enlace más probable entre ellos, obtenemos la diferencia de electronegatividad:

$$3.5 (\text{O}) - 1.0 (\text{Li}) = 2.5$$

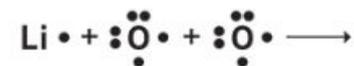
Como la diferencia es mayor que 1.7, el enlace es iónico: el elemento menos electronegativo cederá su electrón o electrones al más electronegativo, en este caso el litio al oxígeno. El oxígeno se encuentra en la Naturaleza como moléculas diatómicas: dos átomos de oxígeno se unen mediante un doble enlace. Su estructura de Lewis es:



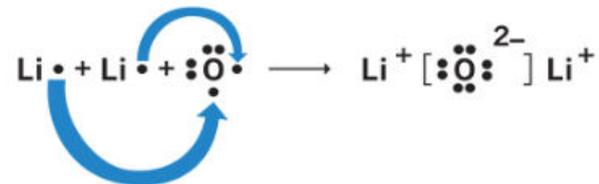
En el primer paso de la reacción, supongamos que la molécula de oxígeno se separa en los átomos que la forman:



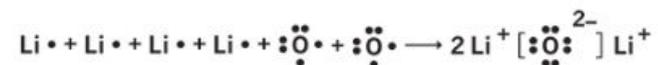
Las estructuras de Lewis de los reactivos de formación del óxido de litio, suponiendo que un átomo de litio reacciona con los dos átomos de la molécula de oxígeno, son:



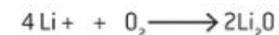
Un átomo de litio solo puede ceder un electrón; cada átomo de oxígeno requiere dos electrones para completar su capa de valencia con ocho electrones y cumplir la regla del octeto. Así, por cada átomo de oxígeno se necesitan dos de litio y se forma óxido de litio:



Como cada átomo de litio perdió un electrón, se forman dos iones litio ( $\text{Li}^+$ ). Dado que cada átomo de oxígeno recibió dos electrones (uno de cada átomo de litio), se transforma en el ion óxido  $\text{O}^{2-}$ . La ecuación completa que describe la reacción es:



La cual puede escribirse también como:



Para finalizar, verificamos que exista la misma cantidad de átomos en los reactivos y en los productos. En este caso hay cuatro átomos de litio y dos de oxígeno en ambos lados de la ecuación, lo cual significa que se cumple la ley de la conservación de la masa.

Los modelos cubren la generalidad de los casos, pero no son infalibles y puede haber excepciones. Recuerda lo que sucede con el hidrógeno y la regla del octeto. De la misma manera, la electronegatividad puede dar una idea del tipo de enlace más probable entre los átomos que se enlazan, pero no es definitivo; deben medirse las propiedades de las sustancias para tener certeza del tipo de enlace entre los átomos que las constituyen.

### Practica lo aprendido

En equipo, realiza lo que se solicita. Al finalizar, solicita al profesor que te evalúe.

1. Clasifica en iónico, covalente polar o covalente puro los enlaces entre los siguientes pares de elementos según su diferencia de electronegatividad:

A) K y I en KI    B) Na y S en  $\text{Na}_2\text{S}$     C) N y N en  $\text{N}_2$     D) H y F en HF

2. Utiliza las estructuras de Lewis para escribir las ecuaciones químicas que representan los compuestos que se forman con los pares de elementos siguientes e indica el tipo de enlace más probable con base en su diferencia de electronegatividad:

A) C y Cl    B) Ca y Br    C) Li y S    D) Al y O

### Cierre

## Inicio

### 4.1 Escalas y representación

#### Aprendizaje esperado

##### El alumno:

- Compara la escala astronómica y la microscópica considerando la escala humana como punto de referencia.



**Figura 3.20.** Esa noche surgieron preguntas que remitan a cantidades muy grandes o muy pequeñas, como las que se usan en la investigación científica.

*La noche, completamente estrellada, era digna de una escena de película. Además, el romper de las olas y la dorada arena de la playa eran el marco perfecto de la lunada del grupo de tercero con sus profesores.*

*En un momento de la velada, una profesora organizó equipos para realizar un concurso de preguntas como las siguientes: ¿a qué distancia se encuentra la estrella más cercana a la Tierra?, ¿cuál es la edad de la Tierra en años?, ¿cuál es la masa en gramos del hidrógeno?*

*Todos trataban de contestar o adivinar las respuestas, sobre todo las que se referían a cantidades, porque eran muy grandes o muy pequeñas, pero nadie pudo contestar con certeza. El profesor de Matemáticas explicó que esa dinámica se realizó para revisar uno de los temas pendientes que tenía relación con la notación científica. ¡Vaya que las preguntas surtieron efecto! Esa noche todos nos quedamos pensando en una u otra respuesta (fig. 3.20).*

- ¿Cuál es la máxima distancia que has recorrido a pie o en algún vehículo?
- ¿Cuánto mide el objeto o el microorganismo más pequeño que conoces?
- ¿En qué unidades expresarías la masa de un átomo de hidrógeno?

## Desarrollo



**Figura 3.21.** El récord mundial en la carrera varonil de 100 metros planos es de 9.58 segundos.

### Las dimensiones en el Universo

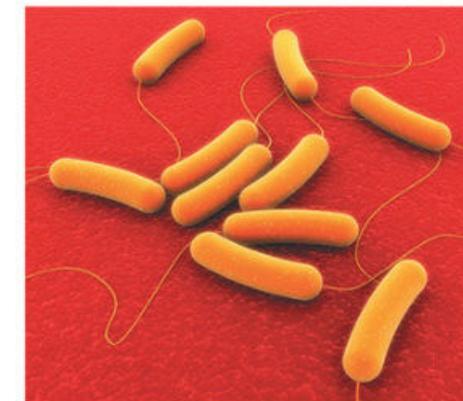
Imaginar ciertas cantidades de vehículos, balones, monedas, piezas de pan o de tortillas nos resulta sencillo, porque son visibles y tangibles para nosotros. Al expresar sus cantidades, en ocasiones utilizamos unidades de masa, como cuando adquirimos kilogramos de tortillas, de frijol, de arroz o de lentejas.

En general, expresamos la distancia entre dos poblados o países en kilómetros y la longitud de los objetos de uso cotidiano en metros, decímetros, centímetros o milímetros. La velocidad de los vehículos suele expresarse en kilómetros/hora (km/h) y, la de los seres humanos (fig. 3.21), en metros/segundo (m/s).

El mundo que contiene las cosas de magnitudes cercanas a nuestra especie se llama **mesocosmos** y corresponde a tamaños, velocidades y tiempos en los que el ser humano suele moverse. Es la **escala humana**.

Sin embargo, cuando en nuestra escala se trata de cuantificar e imaginar cantidades relativamente grandes, se empieza a dificultar la escritura de los números. Por ejemplo, México tiene más de 120 000 000 de habitantes y en el mundo existen cerca de 7 000 000 000 de personas. ¿Puedes imaginar estas cantidades de seres humanos?

Otro nivel corresponde al mundo de tamaños, velocidades y tiempos muy grandes, como el de los astros y el espacio; se trata de la de **escala astronómica**. Por citar un caso, la distancia de la Tierra al Sol es de alrededor 150 000 000 de kilómetros y la masa del Sol es 332 830 veces mayor que la de nuestro planeta. Si hablamos del conjunto de objetos celestes, también encontramos grandes cantidades, difíciles de concebir para nuestras dimensiones humanas: se estima que existen aproximadamente 100 000 000 000 de galaxias en el Universo.



**Figura 3.22.** La longitud promedio de una bacteria es de  $5\mu\text{m}$  (1 micrómetro,  $\mu\text{m} = 0.000001\text{ m}$ ). Estos microorganismos se reproducen con mucha rapidez: aproximadamente en 1 h se cuadruplica su cantidad.

En otro extremo, el mundo de las cosas, distancias y tiempos muy pequeños que no podemos percibir a simple vista corresponde a la **escala microscópica** (fig. 3.22). Entre este nivel se desenvuelven las células y los distintos microorganismos que estudiaste en tu curso de Ciencias 1.

En el mundo de la química, aunque podemos percibir los resultados de la transformación de las sustancias con nuestros sentidos (escala humana), las explicaciones de cómo y por qué ocurren corresponden a la escala microscópica, al nivel de los átomos y las moléculas. En realidad se trata de una escala submicroscópica, pues ni siquiera es posible observar las partículas con los microscopios más potentes que existen (fig. 3.23).

Sin embargo, al hablar del número de partículas (átomos, iones o moléculas) que existe en la muestra de una sustancia que corresponde a nuestra escala, se trata de cantidades realmente grandes. Por ejemplo, en una muestra de 18 ml de agua (unas 2 cucharadas soperas) hay alrededor de seis mil trillones de moléculas del vital líquido. Esto nos da una idea de que el tamaño de una molécula de agua debe ser muy pequeño. Algo similar sucede con las masas de los átomos. Por ejemplo, la masa de un átomo de hidrógeno es de 0.000000000000000000000000167 g.

El uso de números muy grandes (como los de las magnitudes del macrocosmos) y muy pequeños (como los del microcosmos) motivó la creación de un sistema para referirse a los dos sin escribir ni nombrar tantos ceros, haciendo así a estas cantidades más manejables y fáciles de usar al realizar cálculos.

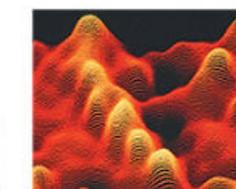
### Potencias de 10

La notación científica, o las potencias de 10, permiten expresar y trabajar con cantidades muy grandes o muy pequeñas en escalas más cercanas a la nuestra, es decir, del mesocosmos. En tus cursos de Matemáticas aprendiste que elevar un número a una potencia de 10 significa multiplicarlo por diez tantas veces como lo marque el exponente:

$$\begin{aligned} 10^1 &= 10 \times 1 = 10 \\ 10^2 &= 10 \times 10 = 100 \\ 10^3 &= 10 \times 10 \times 10 = 1\,000 \\ 10^4 &= 10 \times 10 \times 10 \times 10 = 10\,000 \end{aligned}$$

#### Para saber más

En 1981, el físico alemán Gerd Binnig y el suizo Heinrich Rohrer inventaron el microscopio de efecto túnel y por ello obtuvieron el Premio Nobel de Física en 1986. Con este aparato se ha logrado el mejor acercamiento para "visualizar" el mundo de las partículas atómicas.



**Figura 3.23.** Esta imagen corresponde a la superficie atómica de las crestas de las hélices de ADN. Los colores se utilizan para distinguir las estructuras; no son los de los átomos.

Cada vez que el exponente aumenta en una unidad, significa que la magnitud es diez veces mayor que la anterior. Por otro lado, elevar un número a una potencia negativa de 10 significa dividirlo entre 10. Es decir, disminuirlo diez veces multiplicado por el número del exponente.

$$\begin{aligned} 10^{-1} &= 1/10 = 0.1 \\ 10^{-2} &= 1/100 = 0.01 \\ 10^{-3} &= 1/1\ 000 = 0.001 \\ 10^{-4} &= 1/10\ 000 = 0.0001 \end{aligned}$$

Cada vez que se recorre el punto decimal hacia la izquierda, significa que la magnitud es diez veces menor comparada con la anterior. Por ejemplo, para expresar la masa de un átomo de hidrógeno en potencias de 10 recorremos el punto hasta después de la primera cifra significativa, e indicamos como exponente negativo de la base 10 el número de lugares que recorrimos el punto decimal:

$$0.0000000000000000000000167 \text{ g} = 1.67 \times 10^{-24} \text{ g}$$

Poder expresar las magnitudes en potencias de 10 facilita el trabajo con las operaciones numéricas. Por ejemplo, si la masa de un joven de 16 años es de 57 kg (57 000 g), ¿cuántas veces es mayor que la masa de un átomo de hidrógeno?

Lo primero es expresar ambas magnitudes en las mismas unidades de medida, en este caso en gramos, y luego en potencias de 10:

$$\begin{aligned} \text{Masa del joven} &= 57 \text{ kg} = 57\ 000 \text{ g} = 5.7 \times 10^4 \text{ g} \\ \text{Masa de átomo de hidrógeno} &= 1.67 \times 10^{-24} \text{ g} \end{aligned}$$

Después dividimos la masa del joven entre la masa de un átomo de hidrógeno:

$$\begin{aligned} \text{Masa del joven} / \text{masa de átomo de hidrógeno} &= 5.7 \times 10^4 \text{ g} / 1.67 \times 10^{-24} \text{ g} \\ &= 3.41 \times 10^{[4-(-24)]} = 3.41 \times 10^{[4+24]} \\ &= 3.41 \times 10^{28} \end{aligned}$$

Esto significa que la masa del joven es 34 100 000 000 000 000 000 000 000 mayor que la masa de un átomo de hidrógeno. Observa el cuadro 3.8 en la página siguiente. ¿A cuántos metros equivalen un micrómetro y un megámetro?

### Conéctate

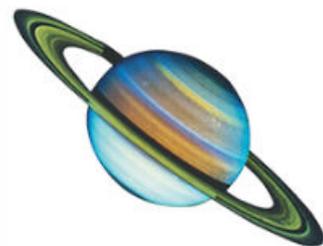
Reúnete con tu equipo y entren en la siguiente dirección electrónica:

[goo.gl/PYjMWt](http://goo.gl/PYjMWt)

[Fecha de consulta: 17 de octubre de 2016].

Ahora realizarán un viaje imaginario del mesocosmos hacia el macrocosmos y el microcosmos. Iniciarán el recorrido a una distancia de 1 m y se alejarán de potencia de 10 en potencia de 10.

- ¿Qué objetos hay en cada recorrido, es decir, cuando se alejan o acercan?
- ¿Hasta qué potencia reconocen objetos?
- ¿En qué momento, hacia arriba o hacia abajo, están entrando en mundos desconocidos para sus sentidos?
- La distancia de la Tierra a Saturno es de 1 200 000 000 km (fig. 3.24). Escríbanla en notación científica.



**Figura 3.24.** Calcular la distancia entre planetas es más sencillo si se realizan las operaciones con notación científica.

© SANTILLANA

Cuadro 3.8. Prefijos y símbolos de la notación científica

Prefijo	Símbolo	Valor numérico respecto de la unidad	Expresado en notación científica
yotta	Y	1 000 000 000 000 000 000 000 000 000	$1 \times 10^{24}$
zetta	Z	1 000 000 000 000 000 000 000 000	$1 \times 10^{21}$
exa	E	1 000 000 000 000 000 000 000	$1 \times 10^{18}$
peta	P	1 000 000 000 000 000 000	$1 \times 10^{15}$
tera	T	1 000 000 000 000 000	$1 \times 10^{12}$
giga	G	1 000 000 000	$1 \times 10^9$
mega	M	1 000 000	$1 \times 10^6$
kilo	K	1 000	$1 \times 10^3$
ninguno	ninguno	1	$1 \times 10^0$
deci	d	0.1	$1 \times 10^{-1}$
centi	c	0.01	$1 \times 10^{-2}$
mili	m	0.001	$1 \times 10^{-3}$
micro	$\mu$	0.000 001	$1 \times 10^{-6}$
nano	n	0.000 000 001	$1 \times 10^{-9}$
pico	p	0.000 000 000 001	$1 \times 10^{-12}$
femto	f	0.000 000 000 000 001	$1 \times 10^{-15}$
atto	a	0.000 000 000 000 000 001	$1 \times 10^{-18}$
zepto	z	0.000 000 000 000 000 000 001	$1 \times 10^{-21}$
yocto	y	0.000 000 000 000 000 000 000 001	$1 \times 10^{-24}$

### Practica lo aprendido

Compara las escalas macroscópica y microscópica tomando como referencia la escala humana. Reúnete con tu equipo y lleven a cabo lo que se solicita. Si tienen dudas sobre las operaciones con las potencias de 10, consulten a su maestro de matemáticas.

1. Investiguen las respuestas a las preguntas planteadas en el texto inicial de este subcontenido y expresen los valores en notación científica con los prefijos más adecuados de la unidad correspondiente.
2. La longitud aproximada de una bacteria es de  $5 \mu\text{m}$ . Si el dedo pulgar de una persona mide 4.5 cm, ¿cuántas veces es más grande el dedo pulgar que dicha bacteria?
3. El diámetro del Sol es 1 390 000 km y, el de la Tierra, 12 756 km. ¿Cuántas veces es mayor el diámetro del Sol que el de la Tierra?
4. La distancia aproximada entre Tijuana y Chetumal es de  $4.10 \times 10^6 \text{ km}$ . La distancia de la Tierra al Sol es de aproximadamente 150 000 000 km. ¿Cuántas veces es más grande la distancia entre estos cuerpos equiparada con la que hay entre Tijuana y Chetumal?

Compara tus resultados con el grupo y realiza las modificaciones que consideres necesarias. Solicita al profesor que te evalúe.

© SANTILLANA

### Cierre

## 4.2 Unidad de medida: mol

### Inicio

#### Aprendizaje esperado

##### El alumno:

- Relaciona la masa de las sustancias con el mol para determinar la cantidad de sustancia.



**Figura 3.25.** ¿Conoces otros métodos para medir la cantidad de rondanas, además del conteo de una por una?

*Durante las vacaciones decembrinas, Raúl ayudó a su papá a atender personas en su tlapalería.*

*Uno de esos días, su papá le solicitó que surtiera un pedido de 350 rondanas. ¡Raúl pensó que contar esta cantidad le tomaría mucho tiempo!*

*Empezó a contar una por una, pero al voltear hacia la báscula se le ocurrió una idea para hacerlo más rápido (fig. 3.25).*

- ¿Cuál crees que fue la idea que se le ocurrió a Raúl?
- ¿Qué condiciones deben tener las rondanas para que su idea "funcione"?
- ¿Podría Raúl hacer lo mismo si se tratara de naranjas? ¿Por qué?

### Desarrollo

#### Glosario

**medir.** Determinar el valor de una magnitud al compararla con un patrón o unidad de medida.

**cuantificar.** Expresar numéricamente una magnitud.

### La medición

Cada día **medimos** y **cuantificamos** diversas magnitudes de materiales, objetos, seres vivos o de ciertos tipos de energía como la corriente eléctrica. Como recordarás, las magnitudes son propiedades que pueden ser medidas o comparadas con un patrón o unidad básica. La masa, el tiempo, la longitud, la temperatura y la intensidad de la corriente eléctrica son algunos ejemplos.

En tus cursos anteriores de Ciencias aprendiste que la comunidad científica creó el Sistema Internacional de Unidades (SI), que consta de siete unidades fundamentales o básicas y es aceptado en la mayor parte de los países. En el cuadro 3.9 se muestran esas unidades fundamentales.

Cuadro 3.9. Unidades fundamentales del Sistema Internacional

Magnitud	Unidad	Unidad
Longitud	metro	m
Masa	kilogramo	kg
Tiempo	segundo	s
Intensidad de la corriente eléctrica	ampere	A
Temperatura	kelvin	K
Intensidad luminosa	candela	cd
Cantidad de sustancia	mol	mol

Algunas de las unidades del SI, así como sus múltiplos y submúltiplos, son de uso común en nuestra vida cotidiana. Por ejemplo, las telas suelen medirse en metros y las frutas, en kilogramos. En otros casos se utilizan unidades distintas, como los grados Celsius o centígrados [°C] para expresar la temperatura.

En ocasiones resulta útil el uso de unidades de conteo. Por ejemplo, un par de zapatos, una docena de libros, una docena de huevos o una gruesa de naranjas (que consta de 144 unidades).

Cuantificar lo que podemos ver a simple vista es relativamente sencillo, aunque en ocasiones sea necesario disponer de un dispositivo como una balanza, un reloj, un amperímetro o una regla. Pero ¿cómo podríamos contar algo extremadamente pequeño e invisible a nuestros ojos, como los átomos, las moléculas o los iones? Sobre esto trataremos a continuación y tiene que ver con el **mol**, la unidad de cantidad de sustancia en el SI.

### ¿Cómo contar lo muy pequeño?

Para establecer un vínculo entre la escala humana y el mundo de los átomos y las moléculas, la comunidad química desarrolló el concepto de **mol**, que es la unidad de medida de la magnitud llamada *cantidad de sustancia*. Esta se mide de forma indirecta, por medio de una propiedad que es proporcional al número de partículas. Antes de abordar el concepto de mol, utilizaremos un método indirecto para contar "cosas" pequeñas presentes en la escala humana.

### Con ciencia

Para utilizar un método indirecto de contar semillas, integra un equipo de trabajo. Después reúnan el material y realicen lo que se sugiere.

#### Material:

- 1 taza de lentejas
- 1 taza de arroz
- 1 taza de frijoles
- 1 balanza
- 3 recipientes pequeños de plástico (como los de gelatina)

#### Procedimiento:

- Midan por separado la masa de los tres recipientes y anoten los valores en su cuaderno.
- Cuenten 35 lentejas, 35 granos de arroz y 35 frijoles. Coloquen cada grupo de semillas en los recipientes por separado y determinen su masa. Recuerden restar la masa del recipiente.
- Anoten sus resultados en una tabla como la siguiente.

Semilla	Cantidad	Masa (g)
Lentejas		
Arroz		
Frijoles		

- Regresen las semillas a su taza correspondiente.



**Figura 3.26.** La ventaja de usar una medida como el pol es que nos sirve para agrupar distintas cantidades que pueden resultar difíciles de manejar.

Supongan que existe una unidad de medida llamada *pol*, que es la "cantidad de algo" y equivale a 35 unidades de ese algo (fig. 3.26). Por ejemplo, 1 *pol* de lápices contiene 35 lápices, 1 *pol* de alpiste contiene 35 granos de alpiste, etcétera.

Respondan con base en lo realizado hasta el momento:

- ¿Cuántas lentejas hay en un *pol* de lentejas? ¿Cuál es la masa de 1 *pol* de lentejas?
- ¿Cuántos granos de arroz hay en un *pol* de arroz? ¿Cuál es la masa de 1 *pol* de arroz?
- ¿Cuántos frijoles hay en un *pol* de frijoles? ¿Cuál es la masa de 1 *pol* de frijoles?

Ahora calculen cuántos granos hay en las siguientes cantidades de semillas.

- 4.5 *poles* de lentejas
- 3.5 *poles* de arroz
- 2 *poles* de frijoles
- Si ya conocen la masa correspondiente a 1 *pol* de cada grano, utilicen la balanza para saber cuántos granos hay en los *poles* de lenteja, arroz y frijol anteriores. Coloquen en recipientes diferentes los *poles* de las semillas.
- Ahora cuenten los granos que hay en cada recipiente. Comenten, ¿qué tan diferentes son los resultados de sus cálculos del número de granos de cada semilla comparados con los obtenidos experimentalmente? Propongan una explicación.

Comparen sus respuestas con las de los otros equipos. ¿Cuáles son las semejanzas y diferencias entre estas? ¿Cómo las explican?

Reflexionen, con la coordinación de su maestro, sobre el significado de la expresión "pesar para contar" y si consideran que podría aplicarse este método para contar huevos o naranjas. Expliquen su respuesta.

## Unidad de medida de la cantidad de sustancia

Una forma indirecta de contar "cosas" pequeñas consiste en determinar la masa de una cantidad conocida de estas, como lo hiciste con las lentejas, el arroz y los frijoles. Sin embargo, cuando se trata de partículas como los átomos y las moléculas, su masa es demasiado pequeña, del orden de  $10^{-23}$  gramos, por lo que es imposible de medir en las balanzas usadas en los laboratorios químicos.

Para relacionar la masa de los átomos y las moléculas con una cantidad posible de medir en los laboratorios, se ha definido la magnitud **cantidad de sustancia** y su unidad, el **mol**, que es una unidad básica del Sistema Internacional de Unidades (SI).

Una cantidad de sustancia es la cantidad de entidades o partículas (como iones, moléculas o átomos) que están presentes en una cantidad determinada de dicha sustancia. Un **mol** es la unidad de cantidad de sustancia que contiene el mismo número de partículas (átomos, moléculas, iones, electrones, etcétera) como átomos hay en 0.012 kg del isótopo carbono-12.

¿Cuántos átomos de carbono-12 se necesitan reunir para que su masa sea de 12 g? Esta cantidad no fue fácil de determinar, pero ahora se sabe que se requieren  $6.02 \times 10^{23}$  átomos. Por tanto, en una muestra de 0.012 kg o 12 g de carbono-12 existen  $6.02 \times 10^{23}$  átomos de carbono-12.

© SANTILLANA

Esta cantidad se conoce como **número de Avogadro** en honor al científico italiano del siglo XIX, **Amadeo Avogadro** (fig. 3.27). Dicho número indica la cantidad de átomos, iones, moléculas o partículas que están contenidas en un mol de sustancia.

Imaginar una cantidad de "cosas" presentes en la escala humana equivalente al número de Avogadro puede resultar complicado, pues se trata de una cantidad extremadamente grande, como analizaremos a continuación.

## Con ciencia

Reflexiona sobre el número de Avogadro. Reúnete con tu equipo, realicen lo que se propone y contesten en su cuaderno.

- Escriban el número de Avogadro con todos sus ceros y léanlo. ¿Qué representa? ¿A qué consideran que puede equivaler?
- Si consideran que en números redondos existen  $7 \times 10^9$  (siete mil millones) de habitantes en el planeta, ¿cuántas veces es mayor el número de Avogadro?
- Hace unos 150 millones de años, mucho antes de la aparición del ser humano, los dinosaurios dominaban nuestro planeta. ¿Cuántos segundos han pasado desde entonces? ¿Cuántas veces es mayor el número de Avogadro que esa cantidad?
- Si tuvieran un mol de quesadillas y lo repartieran entre la población de México, ¿cuántas quesadillas tocarían a cada persona?

Comparen sus resultados con los de los otros equipos y, con la orientación de su maestro, reflexionen sobre lo siguiente: ¿consideran que es útil el mol como unidad de medida de materiales y objetos que existen en la escala humana? ¿Por qué? (fig. 3.28) ¿Piensan que el mol es útil para las escalas astronómica y microscópica? ¿Por qué? Al concluir, soliciten al profesor que los evalúe y les sugiera cómo mejorar.



**Figura 3.27.** Lorenzo Romano Amadeo Carlo Avogadro (1776-1856) fue un físico y químico muy notable, pero él no determinó el valor del número que lleva su nombre.

Con base en lo revisado hasta el momento, 1 mol equivale a una muestra de sustancia que contiene el número de Avogadro de partículas. Por ejemplo:

- 1 mol de átomos de oxígeno (O) contiene  $6.02 \times 10^{23}$  átomos de oxígeno.
- 1 mol de átomos de hierro (Fe) contiene  $6.02 \times 10^{23}$  átomos de hierro.
- 1 mol de moléculas de oxígeno (O<sub>2</sub>) contiene  $6.02 \times 10^{23}$  moléculas de oxígeno.
- 1 mol de moléculas de agua (H<sub>2</sub>O) contiene  $6.02 \times 10^{23}$  moléculas de agua.
- 1 mol de iones oxhidrilo (OH<sup>-</sup>) contiene  $6.02 \times 10^{23}$  iones.

Una vez que se conoce la cantidad de partículas que equivalen a un mol, se pueden calcular las que se encuentran en diferentes cantidades de moles. Por ejemplo (recuerda que en una división pueden eliminarse los términos comunes que aparecen en el divisor y en el dividendo):

$$2 \text{ moles de átomos de Fe} = 2 \text{ moles} \times 6.02 \times 10^{23} \text{ átomos} / 1 \text{ mol} = 12.04 \times 10^{23} \text{ átomos de Fe}$$

$$1.5 \text{ moles de moléculas de H}_2\text{O} = 1.5 \text{ moles} \times 6.02 \times 10^{23} \text{ moléculas} / 1 \text{ mol} = 9.03 \times 10^{23} \text{ moléculas de H}_2\text{O}$$



**Figura 3.28.** Un mol de ciruelas es una cantidad poco práctica en la escala humana.

© SANTILLANA

También es posible calcular el número de moles si se conoce la cantidad de partículas. Por ejemplo, si queremos saber a cuántos moles de moléculas equivalen  $21.07 \times 10^{23}$  moléculas de oxígeno ( $O_2$ ) hacemos lo siguiente:

$$\begin{aligned} \text{moles de moléculas de } O_2 &= 21.07 \times 10^{23} \text{ moléculas} \times 1 \text{ mol} / 6.02 \times 10^{23} \text{ moléculas} \\ &= 3.5 \text{ moles de moléculas de } O_2 \end{aligned}$$

## La masa molar

El tamaño de los átomos y las moléculas es tan pequeño que es imposible verlos y menos contarlos, aparte de que nos tomaría muchísimo tiempo contar  $6.02 \times 10^{23}$  átomos o moléculas. Por fortuna podemos hacer una medición indirecta a partir de una masa conocida de las sustancias. Se trata de la masa molar, es decir, la masa de un mol de sustancia. Veamos cómo se puede calcular la masa molar del oxígeno.

La masa de un átomo de oxígeno es de aproximadamente  $2.65 \times 10^{-23}$  g. Como un mol de átomos de este elemento equivale a  $6.02 \times 10^{23}$  átomos de oxígeno, para calcular la masa de un mol multiplicamos la masa de un átomo de oxígeno por el número de Avogadro:

$$\begin{aligned} \text{masa [g] de un mol de átomos de oxígeno} &= 2.65 \times 10^{-23} \text{ g} / 1 \text{ átomo} \times 6.02 \times 10^{23} \\ &\quad \text{átomos} / 1 \text{ mol} \\ &= 15.95 \times 10^{-23+23} \\ &= 15.95 \text{ g} \end{aligned}$$

Si revisas el valor de la masa atómica del oxígeno indicada en la tabla periódica encontrarás que es muy similar al que obtuvimos: 15.99 gramos.

Analicemos otro ejemplo. Se ha calculado que la masa de un átomo de calcio en gramos es de aproximadamente  $6.67 \times 10^{-23}$  g. Dado que un mol de átomos de calcio equivale a  $6.02 \times 10^{23}$  átomos de calcio:

$$\begin{aligned} \text{La masa [g] de un mol de átomos de calcio} &= \text{la masa de } 6.02 \times 10^{23} \text{ átomos de calcio} \\ &= 6.67 \times 10^{-23} \text{ g} / 1 \text{ átomo} \times 6.02 \times 10^{23} \text{ átomos} \\ &\quad / 1 \text{ mol} \\ &= 40.15 \text{ g} \end{aligned}$$

Ahora bien, en la tabla periódica se muestra que la masa atómica del calcio es de 40.08, un valor muy similar al que obtuvimos. Algo parecido ocurre para los demás elementos. Por tanto, la masa de 1 mol de átomos de un elemento o su masa molar es numéricamente igual que su masa atómica, pero expresada en gramos. Por ejemplo:

La masa de 1 átomo de oxígeno es 15.99 uma	La masa de 1 mol de átomos de oxígeno es 15.99 g
La masa de 1 átomo de hierro es 55.85 uma	La masa de 1 mol de átomos de hierro es 55.85 g
La masa de 1 átomo de cloro es 35.5 uma	La masa de 1 mol de átomos de cloro es 35.5 g

## Glosario

**uma.** Unidad de masa atómica. Una uma corresponde a una masa que es un número de Avogadro de veces menor que un gramo. En términos numéricos:  $1 \text{ uma} = 1.66054 \times 10^{-24} \text{ g}$ .

De esta forma, cuando medimos en la balanza la masa equivalente a 1 mol de sustancia obtendremos  $6.02 \times 10^{23}$  partículas. Se considera que los átomos de un mismo elemento tienen la misma masa promedio, como lo revisamos en el subcontenido "Enlace químico" del bloque 2, donde hablamos sobre la existencia de los isótopos. En el caso de las naranjas es imposible obtener una gruesa (144) a partir de su masa, pues esta última no es la misma para todas las naranjas y puede variar mucho de una a otra.

La masa molar se expresa en unidades de g/mol, es decir, la masa en gramos que corresponde a 1 mol de sustancia. Para determinar la masa de un **mol de moléculas** de una sustancia, primero debemos conocer la masa correspondiente a una molécula o su **masa molecular**. Para ello se suma la masa de todos los átomos que la forman.

Por ejemplo, la molécula de oxígeno ( $O_2$ ) está formada por dos átomos. Al consultar la tabla periódica, vemos que la masa de 1 átomo de este elemento es 15.99. Por tanto, la masa de la molécula de oxígeno es  $2 \times 15.99 = 31.98$ .

La **masa de 1 mol de moléculas** de oxígeno es numéricamente la misma que su masa molecular, pero expresada en gramos, es decir, 31.98 g. En el caso de un compuesto, como la glucosa, cuya fórmula es  $C_6H_{12}O_6$ , podemos realizar lo siguiente:

Elementos	Núm. de átomos	Masa atómica	Núm. de átomos $\times$ masa atómica	Masa molecular
C	C = 6	C = 12.01	$6 \times 12.01 = 72.06$	$72.06 + 12 + 95.94 = 180$
H	H = 12	H = 1	$12 \times 1 = 12$	
O	O = 6	O = 15.99	$6 \times 15.99 = 95.94$	

Entonces la masa de 1 mol de moléculas de glucosa (es decir, de  $6.02 \times 10^{23}$  moléculas) es numéricamente la misma que su masa molecular, pero expresada en gramos, esto es, 180 g. Si deseamos calcular la masa de 2 moles de glucosa, multiplicamos  $2 \times 180 \text{ g} = 360 \text{ g}$ . Los dos moles de moléculas de glucosa equivalen a  $2 \times (6.02 \times 10^{23}) = 12.04 \times 10^{23}$  moléculas de glucosa y les corresponde una masa de 360 g.

Es posible calcular el número de moles que corresponde a una determinada masa de sustancia a partir del valor de su masa molar. Por ejemplo, si deseamos calcular el número de moles que corresponden a 486 g de carbonato de calcio,  $CaCO_3$ , componente del mármol, la calcita y el gis (fig. 3.29), primero calculamos la masa molecular del carbonato de calcio a partir de la masa de los átomos que forman el compuesto:

Elementos	Núm. de átomos	Masa atómica	Núm. de átomos $\times$ masa atómica	Masa molecular
Ca	Ca = 1	Ca = 40.08	$1 \times 40.08 = 40.08$	$40.08 + 12.01 + 47.97 = 100.07$
C	C = 1	C = 12.01	$1 \times 12.01 = 12.01$	
O	O = 3	O = 15.99	$3 \times 15.99 = 47.97$	

Así, la masa de un mol de moléculas de carbonato de calcio es de 100.07 g. Este valor permite calcular el número de moles que de este compuesto tiene una masa de 486 g:

$$\text{Moles de } CaCO_3 = 486 \text{ g} \times \text{mol } CaCO_3 / 100.7 \text{ g} = 4.85 \text{ moles de } CaCO_3$$



**Figura 3.29.** Las conchas de los moluscos contienen carbonato de calcio cristalizado.

El mol no es una unidad de masa, sino una cantidad de materia a la cual le corresponde una masa determinada. Un mol de agua es una **cantidad de agua** tal que contiene  $6.02 \times 10^{23}$  moléculas de agua. A esta cantidad de agua le corresponde una masa de 18 g (fig. 3.30). El mol permite relacionar la masa de una sustancia con el número de partículas contenidas en esa masa.



1 mol de átomos de hierro (Fe) tiene una masa de 55.6 g  
1 mol de moléculas de agua (H<sub>2</sub>O) tiene una masa de 18 g

**Figura 3.30.** Cada una de estas muestras contiene el mismo número de partículas,  $6.02 \times 10^{23}$ , pero su masa es distinta.



**Figura 3.31.** La expansión de los gases también se utiliza para salvar vidas.

## Con ciencia

- Calcula la masa molar de las siguientes sustancias.
  - HCl, ácido clorhídrico. Componente del jugo gástrico.
  - C<sub>12</sub>H<sub>22</sub>O<sub>11</sub>, lactosa. Azúcar presente en la leche.
  - NaHCO<sub>3</sub>, bicarbonato de sodio. Utilizado en algunos medicamentos para contrarrestar la acidez estomacal.
- Calcula la masa de los siguientes moles de sustancia.
  - 3 moles de KCl, cloruro de potasio. Sustituto de la sal de mesa.
  - 1.5 moles de NaOH, hidróxido de sodio. Componente de productos para destapar cañerías.

## El mol y las ecuaciones químicas

¿Qué utilidad tiene el concepto de mol en las ecuaciones químicas? Un ejemplo: en las bolsas de aire de los automóviles ocurre una reacción de descomposición de la azida de sodio (NaN<sub>3</sub>), que con el estímulo de una chispa eléctrica se transforma en sodio metálico (que se funde) y nitrógeno gaseoso, el cual llena la bolsa (fig. 3.31). Esta ecuación representa dicha reacción:



La proporción entre la cantidad de partículas de reactivos y productos que intervienen en esta reacción se indica por los coeficientes numéricos 2:2:3. Como no es posible contar estas cantidades de átomos, los coeficientes de la ecuación se interpretan en términos de moles: 2 moles de moléculas de azida de sodio producen 2 moles de átomos de sodio y 3 moles de moléculas de nitrógeno.

### Conéctate

Practica los cálculos de mol y del número de partículas en la dirección electrónica: [redmite.televisiomeducativa.gob.mx/MediatecaDidactica/3\\_tercero/3\\_Quimica/INTERACTIVOS/3cq\\_b03\\_t02\\_s01\\_interactivo/index.html](http://redmite.televisiomeducativa.gob.mx/MediatecaDidactica/3_tercero/3_Quimica/INTERACTIVOS/3cq_b03_t02_s01_interactivo/index.html) [Fecha de consulta: 17 de octubre de 2016].

En el recuadro "Grado" elige "Tercero"; donde dice "Destinatario" escribe "Alumno". En "Asignatura" selecciona "Química" y en "Recurso" escoge "Interactivo". Oprime "Realizar búsqueda". Al desplegarse la lista de recursos selecciona "El imprescindible número de Avogadro". Sigue las instrucciones para abrir el recurso y realiza las actividades que se sugieren. Si tienes alguna duda, en el extremo superior izquierdo de la pantalla puedes acceder al tutorial, que muestra paso a paso cómo calcular la cantidad de sustancia y el número de partículas.

A continuación se muestra la masa que corresponde a los moles de cada sustancia, los cuales se calculan a partir de la masa atómica de cada elemento. En la última fila del cuadro se puede apreciar que la masa de los reactivos es igual a la masa de los productos.

2NaN <sub>3</sub> (s)	→ 2Na (l)	+	3N <sub>2</sub> (g)
2 moles de moléculas de azida de sodio	2 moles de átomos de sodio		3 moles de moléculas de nitrógeno
Masa de 2 moles de átomos sodio: 2 × 23 = 46 g Masa de 6 moles de átomos de nitrógeno: 6 × 14 = 84 g	Masa de 2 moles de átomos de sodio: 2 × 23 = 46 g		Masa de 6 moles de átomos de nitrógeno: 6 × 14 = 84 g
Masa de 2 moles de azida de sodio: 74 g	Masa de 2 moles de átomos de sodio: 46 g		Masa de 6 moles de átomos de nitrógeno: 84 g
Masa de reactivos = 74 g	Masa de productos = 74 g		

## Con ciencia

Para familiarizarte con la interpretación de las ecuaciones químicas en términos de moles, trabaja con uno de tus compañeros y realiza lo que se solicita.

- Describe con palabras las ecuaciones químicas.
  - $4\text{Fe}(\text{s}) + 3\text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow 2\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s})$
  - $2\text{Al}_2\text{O}_3(\text{s}) \longrightarrow 4\text{Al}(\text{s}) + 3\text{O}_2(\text{g})$
- Escribe las ecuaciones químicas de las siguientes reacciones.
  - Dos moles de hierro sólido reaccionan con un mol de bromo líquido (Br<sub>2</sub>) y se forman 2 moles de bromuro de hierro(III), FeBr<sub>3</sub>.
  - Un mol de etanol (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH) líquido reacciona con 3 moles de oxígeno gaseoso y se producen 2 moles de dióxido de carbono gaseoso y 3 moles de agua gaseosa.
- Calcula la masa de los moles de reactivos y productos representados en la ecuación y verifica si se cumple con la ley de la conservación de la masa.
 
$$\text{H}_2(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g}) \longrightarrow 2\text{HCl}(\text{g})$$

Compara tus resultados con el grupo. Con la orientación de tu maestro, realiza las modificaciones necesarias.

La unidad de cantidad de sustancia mol relaciona el microcosmos (el mundo de los átomos, moléculas, iones) con la escala humana, pues permite contar partículas de manera indirecta a partir de la masa molar de una sustancia que puede medirse con una balanza. Los coeficientes de las ecuaciones químicas se interpretan en términos de los moles de reactivos y productos, lo cual permite calcular su masa a partir de los valores de su masa molar.

### Practica lo aprendido

Junto con tu equipo, lleva al salón de clases una muestra de una sustancia en la que existan aproximadamente 12 040 000 000 000 000 000 000 átomos o moléculas. Expliquen al grupo los cálculos que respalden lo anterior, y a cuántos moles de sustancia corresponde esa cantidad de partículas.

### Conéctate

Si quieres ahondar más en el tema del mol revisa la siguiente dirección: [objetos.unam.mx/quimica/mol/](http://objetos.unam.mx/quimica/mol/) [Fecha de consulta: 17 de octubre de 2016].

### Cierre

# Proyectos

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

### Aprendizajes esperados

#### El alumno:

- 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.

Es momento de que realices el proyecto. Los temas que te proponemos giran en torno a la transformación de los materiales, es decir, las reacciones químicas, y a los tipos de enlace entre los átomos de algunos compuestos:

- ¿Cómo elaborar jabones?
- ¿De dónde obtiene la energía el cuerpo humano?

El primero tiene que ver con uno de los productos que utilizamos para la higiene personal (fig. 3.32) y, en algunos casos, la limpieza de la ropa. Te invitamos a investigar sobre las sustancias con que se elaboran los jabones, el tipo de reacción que se lleva a cabo y la razón de su capacidad limpiadora. Respecto de la segunda pregunta, indagarás de dónde proviene la energía de tu dieta (fig. 3.33). En ambos casos puedes orientar tu trabajo hacia un proyecto científico. Realizarás tu proyecto en equipo y puedes elegir otro tema siempre que tenga relación con los contenidos de este bloque.

### Etapa 1. Planeación

Una vez integrado el equipo de trabajo, platicuen sus experiencias exitosas y las dificultades que enfrentaron durante la realización de los proyectos anteriores. Identifiquen lo que pueden hacer para mejorar su desempeño. Recuerden anotar en su bitácora todo lo relacionado con su proyecto. Comenten lo que conocen acerca de los temas propuestos o sobre los que hayan decidido hacer su proyecto, pero recuerden que deben tener relación con los contenidos de este bloque.

Por ejemplo, para el proyecto *¿Cómo elaborar jabones?* comenten lo que conozcan acerca de estos productos: los diferentes tipos y usos que les dan en sus hogares, las características de las sustancias que ayudan a retirar la suciedad de nuestro cuerpo y de la ropa.

En el caso de la pregunta *¿De dónde obtiene la energía el cuerpo humano?*, comenten lo que revisaron sobre los nutrimentos que aportan energía en los puntos 2.1, "La caloría como unidad de medida de la energía" y 2.2, "Toma de decisiones relacionada con los alimentos y su aporte calórico" de este bloque (fig. 3.34).

También pueden hacer, en diversos medios, una breve búsqueda de información relacionada con los temas de su proyecto que les permita generar algunas ideas para orientar su investigación. Al reunirse para elegir el tema, consideren los argumentos de todos los miembros del equipo y pónganse de acuerdo sobre las preguntas que les interesa investigar.

A continuación hay algunos ejemplos de preguntas que pueden servir para guiar el proyecto. Recuerden que en equipo pueden redactar otras; si lo consideran necesario, consulten a su profesor.

#### Pregunta: ¿Cómo elaborar jabones?

- ¿Cómo se elaboraban los primeros jabones?
- ¿Cómo se producen en la actualidad?
- ¿Cuál es la estructura química de los jabones?
- ¿Por qué limpian los jabones?
- ¿Qué diferencias hay entre un jabón y un detergente?

#### Pregunta: ¿De dónde obtiene la energía el cuerpo humano?

- ¿Cuáles son los nutrimentos que aportan energía?
- ¿Por qué algunos nutrimentos proporcionan más energía que otros?
- ¿Cómo se determina la cantidad de energía que proporcionan algunos nutrimentos?
- ¿En dónde se almacena la energía en estos compuestos?
- ¿Cómo se libera la energía de los nutrimentos en nuestro organismo?

Una vez seleccionada o redactada la pregunta o preguntas, deben formular su hipótesis, que rechazarán o aceptarán al finalizar su trabajo; consulten a su profesor si tienen dudas sobre cómo redactarla. Acuerden en equipo las actividades que realizarán, el tiempo que dedicarán a cada una y quién o quiénes las llevarán a cabo. También determinen el material que emplearán. Con base en esta información elaboren un cronograma y revísenlo con su maestro.

En el tema *¿Cómo elaborar jabones?* sería interesante que realizaran un experimento casero que muestre cómo se obtiene un jabón; para el otro tema podrían efectuar un experimento que muestre, en el laboratorio escolar, cómo se determina la cantidad de energía que proporcionan algunos nutrimentos.

Es recomendable que en esta etapa definan el producto que elaborarán para presentar los resultados de su investigación. Por ejemplo, para el tema de los jabones, tras la realización del experimento casero, pueden mostrar el producto ante el grupo o la comunidad, según lo acuerden con su maestro.



**Figura 3.34.** Además de proporcionar energía, los lípidos son indispensables para la síntesis de hormonas sexuales.



**Figura 3.32.** Al limpiar nuestra piel retiramos escamas, grasas, bacterias y algunos contaminantes ambientales.



**Figura 3.33.** Los alimentos son la fuente de energía y de nutrimentos necesarios para el buen funcionamiento de nuestro organismo.

En el caso del tema de la energía, podrían elaborar modelos tridimensionales de la estructura de carbohidratos, lípidos y proteínas, utilizando materiales de fácil adquisición o reciclados. Con estos modelos pueden explicar la relación de la estructura de estos compuestos con su propiedad de aportar energía al organismo humano.

## Con ciencia

Para que su proyecto tenga éxito es necesario que todos los miembros del equipo se involucren y cumplan con las actividades en los tiempos asignados. Además, es conveniente que evalúen al finalizar cada etapa sus avances y las dificultades que enfrentan. Para valorar el trabajo individual pueden utilizar preguntas como las siguientes:

- ¿Están de acuerdo en el tema, el tipo de proyecto y las preguntas que guiarán su investigación?
- ¿Han contemplado todas las actividades necesarias? De no ser así, ¿cuáles faltan?
- ¿Cuál es el propósito de cada actividad? ¿Qué fuentes de información consultarán?
- ¿Qué sugieren para mejorar su desempeño individual y el del equipo?

## Etapa 2. Desarrollo

La búsqueda, el análisis y la síntesis de información en diferentes fuentes son las principales actividades que tendrán que realizar en esta etapa y les serán de utilidad para responder la pregunta y aceptar o rechazar su hipótesis.

Si responden la pregunta *¿Cómo elaborar jabones?*, visiten alguna fábrica de jabones que se ubique cerca de su localidad, si es posible. Para ello deben elaborar un cuestionario; sugerimos ser breves para no interrumpir mucho tiempo a los profesionales que consulten. También podrían averiguar algunas técnicas caseras para elaborar jabones. Dado que para fabricar jabones se usan sustancias corrosivas, deben tener mucho cuidado (fig. 3.35). Discutan el procedimiento con su maestro y realicen el experimento bajo su supervisión. Pídanle que les ayude a preparar la disolución de hidróxido de sodio.

Si investigan *¿De dónde obtiene la energía el cuerpo humano?*, indaguen en diversos medios la relación entre la estructura de las biomoléculas (lípidos, carbohidratos y proteínas) y la cantidad de energía que proporcionan a nuestro organismo (fig. 3.36). También pueden averiguar cómo determinar experimentalmente la energía que proporcionan algunos alimentos mediante el uso de un "calorímetro casero" elaborado con materiales de fácil adquisición.

Algunos aspectos que pueden considerar para el caso del proyecto de los jabones se enumeran a continuación:

- ¿Qué es un jabón?
- ¿Qué elementos forman las moléculas de los jabones?
- ¿Qué tipo de enlace existe entre dichos elementos?
- ¿Por qué los jabones retiran la grasa y a la vez son solubles en agua?
- ¿Qué son las micelas?
- ¿A partir de qué sustancias se preparan los jabones?
- ¿Qué es la saponificación?

- ¿Cuáles son los productos que se obtienen en una reacción de saponificación?
- ¿Qué precauciones hay que tener al preparar jabones y cómo desechar los residuos?

Para la pregunta: *¿De dónde obtiene la energía el cuerpo humano?*

- ¿Qué es la energía química y dónde se almacena?
- ¿Qué es el calor de reacción?
- ¿Cómo se clasifican las reacciones en las cuales se libera energía?
- ¿Qué ocurre con la energía durante la ruptura y formación de los enlaces químicos?
- ¿Por qué algunas biomoléculas liberan mayor cantidad de energía que otras?
- ¿Cómo se determina la cantidad de energía liberada durante una reacción química?

En diversas fuentes de información pueden encontrar datos de interés para nutrir su proyecto. En seguida se sugieren algunos textos y páginas electrónicas para consultar, pero ustedes pueden acudir a otros medios. No descarten los documentales en videos y las revistas de divulgación científica.

### ¿Cómo elaborar jabones?

[Fecha de consulta: 17 de octubre de 2016]

Historia del jabón

[goo.gl/Ln2olm](http://goo.gl/Ln2olm)

Sobre los jabones y su estructura

[bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen1/ciencia2/51/htm/sec\\_10.html](http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen1/ciencia2/51/htm/sec_10.html)

Micelas

[bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen1/ciencia2/18/html/sec\\_6.html](http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen1/ciencia2/18/html/sec_6.html)

Elaboración casera de jabón

[revistadelconsumidor.gob.mx/wp-content/uploads/2013/05/19-jabon-con-colageno.pdf](http://revistadelconsumidor.gob.mx/wp-content/uploads/2013/05/19-jabon-con-colageno.pdf)

### ¿De dónde obtiene la energía el cuerpo humano?

[Fecha de consulta: 17 de octubre de 2016]

American Chemical Society *QuimCom. Estructura y propiedades de biomoléculas. Química en la comunidad*. 2ª edición, Pearson.

Metabolismo

[portalacademico.cch.unam.mx/alumno/biologia1/unidad2/metabolismo](http://portalacademico.cch.unam.mx/alumno/biologia1/unidad2/metabolismo)

Interactivo sobre cálculo de la energía en las reacciones químicas

[recursostic.educacion.es/secundaria/edad/3esofisicaquimica/3quincena9/3q9\\_contenidos\\_2c.htm#](http://recursostic.educacion.es/secundaria/edad/3esofisicaquimica/3quincena9/3q9_contenidos_2c.htm#)

Determinación de la energía contenida en las nueces

[matematicas.udea.edu.co/~carlopez/expe\\_jovenes.pdf](http://matematicas.udea.edu.co/~carlopez/expe_jovenes.pdf)



**Figura 3.35.** En la elaboración de jabones se utilizan sustancias corrosivas, como el hidróxido de sodio y el hidróxido de potasio, por lo que hay que extremar las precauciones.



**Figura 3.36.** La cantidad de energía que una persona requiere depende de características como el sexo, la edad, las actividades que realiza y la buena salud de su organismo.

Analicen los avances que tienen hasta el momento. En equipo discutan y contesten las siguientes preguntas en sus cuadernos. Consulten con su profesor si tienen dudas.



**Figura 3.37.** En la elaboración de su informe ponen en juego sus habilidades de expresión y comunicación.

- ¿Qué conocimientos químicos han utilizado?
- ¿Cuentan con la información suficiente para responder las preguntas que guían su investigación? De no ser así, ¿qué van a hacer para conseguirla?
- ¿Verificaron la confiabilidad de sus fuentes de información? ¿Cómo lo hicieron?
- ¿Cumple el informe de su experimento con todos los requisitos acordados con su profesor?
- ¿Cómo van con la elaboración de los apoyos que utilizarán durante su presentación?
- ¿En qué parte de la exposición participará cada uno de los miembros del equipo?
- ¿Cuál es la importancia social de su proyecto? ¿Consideran importante compartir los resultados de su investigación con la comunidad donde viven? ¿Por qué?
- ¿Cómo ha sido la participación de cada uno de los miembros del equipo?
- ¿Qué dificultades han enfrentado y cómo las han superado?

### Etapa 3. Comunicación

El cuaderno en el que hacen sus anotaciones constituye su bitácora y es la principal fuente para su informe. Revisenla y con base en la información que tienen redacten un informe, de manera clara, de tal forma que cualquier persona pueda entender lo que hicieron, los resultados que obtuvieron y las conclusiones a que llegaron (fig. 3.37).

### Con ciencia

Es importante que se pongan de acuerdo con su profesor sobre las secciones que van a incluir en su reporte. En general, suelen incorporarse las que se enumeran abajo, pero también consulten con su profesor de Español.

En la portada se anotan el *título del trabajo*, los *nombres de los integrantes del equipo*, el *grupo* y la *fecha de entrega*. En algunos casos se incluye en la página siguiente un *resumen* con el propósito, la hipótesis, un esbozo de los métodos, resultados y conclusiones. Aunque aparece al inicio del informe, este apartado es el último en escribirse.

La siguiente sección es la *introducción*, en la que se plantea el problema que abordaron y por qué lo consideran importante. Este apartado debe despertar el interés del lector e invitarlo a continuar la lectura. En ocasiones el resumen forma parte de esta sección.

A continuación se describen las *actividades realizadas*. En el caso de los experimentos deben incluir el material, el procedimiento, las medidas de precaución y la forma de desear los residuos. En la sección de *resultados* se incluyen los datos que obtuvieron. Estos se organizan mediante el uso de cuadros, gráficas y diagramas. También son importantes los dibujos y las fotografías.

© SANTILLANA

En la *interpretación de los resultados* se analizan los datos para identificar cuáles constituyen evidencias que apoyan o refutan su hipótesis. Con base en este análisis se plantean las *conclusiones*; debe mencionarse lo que aprendieron, las posibles fuentes de error y hacer proyecciones sobre futuros trabajos sobre el mismo tema.

Al final se incluye la lista con las referencias *bibliográficas*; agreguen los medios electrónicos que consultaron (mencionen la fecha de consulta). Antes de entregar su informe asegúrense de que está limpio, organizado y libre de errores de ortografía.

Acuerden con su profesor el foro que usarán para comunicar los resultados de su proyecto. Si realizarán una presentación ante el grupo o la comunidad donde viven, les sugerimos que tomen en cuenta preguntas como estas: ¿cuál es el propósito de su exposición? ¿Qué apoyos van a utilizar? ¿Qué interesa que la audiencia se lleve después de escucharlos? ¿Qué hacer para mantener interesada a la audiencia? (fig. 3.38).

En su presentación deben incluir las mismas secciones que en su informe de trabajo, pero solo las ideas centrales, de tal forma que les sirvan de guía sobre los puntos que van a tratar; eviten leer la información. Procuren organizar los datos en cuadros y gráficas, así como utilizar dibujos, diagramas, fotografías, esquemas, etcétera. Eviten los tonos fuertes o fosforescentes en las hojas o como fondo de las diapositivas, si hacen una presentación electrónica: aunque atraerán la atención, después de un rato resultarán molestos para la vista.

Todos los miembros del equipo deben participar en la exposición y estar preparados para contestar las dudas de la audiencia, así como para recibir comentarios sobre la calidad de su presentación. Asimismo, pidan que les formulen preguntas y comentarios o les manifiesten dudas.

### Etapa 4. Evaluación

Reúnete con tu equipo. Reflexionen sobre los comentarios que les hicieron durante su presentación. Identifiquen los aspectos que pueden mejorar en futuros proyectos y anótenlos en sus cuadernos. También evalúen su desempeño, individual y en equipo, en las distintas etapas. Asimismo, soliciten a su profesor que los evalúe. Preguntas como las siguientes les pueden ayudar a valorar su trabajo:

- ¿Fueron adecuadas las actividades para responder las preguntas que se plantearon?
- ¿Pudieron contestar todas las preguntas? De no ser así, ¿a qué lo atribuyen? ¿Qué se pudo haber hecho para superar el momento?
- ¿Fueron adecuados los tiempos asignados a cada actividad? ¿Pudieron cumplirlos? De no ser así, ¿a qué lo atribuyen?
- ¿Pudieron mantener interesada a la audiencia durante su presentación?
- ¿Qué nuevas experiencias adquirieron durante el desarrollo de este proyecto?

### Con ciencia

Evalúen con honestidad su participación, actitud, trabajo y aportaciones a lo largo del proyecto. Comenten con su profesor sus conclusiones, pídanle que les dé su punto de vista y les aporte sugerencias para mejorar trabajos futuros.

© SANTILLANA



**Figura 3.38.** La mejor forma de mantener la atención de la audiencia es hacerla participar.

# Evaluación del bloque 3



La formación de sarro en las tuberías del calentador obstruye la transferencia de calor hacia el agua, lo que ocasiona mayor gasto de gas.

## La dureza del agua

La llamada **agua dura** contiene una gran cantidad de sales de magnesio (Mg) y calcio (Ca) disueltas, que se incorporan al líquido en su trayecto por la superficie terrestre y los mantos freáticos, durante el llamado ciclo del agua. Este tipo de agua ocasiona problemas porque al circular por tuberías, calentadores y otros equipos caseros e industriales, las sales forman depósitos sólidos (sarro) que las obstruyen y, en la mayoría de los casos, las dejan inservibles.

La dureza del agua puede ser de dos tipos: temporal y permanente. El agua adquiere **dureza temporal** cuando ha estado en contacto con piedras calizas que contienen carbonato de calcio (CaCO<sub>3</sub>) o una mezcla de carbonatos de calcio y de magnesio (MgCO<sub>3</sub>). Estos compuestos son muy poco solubles en agua.

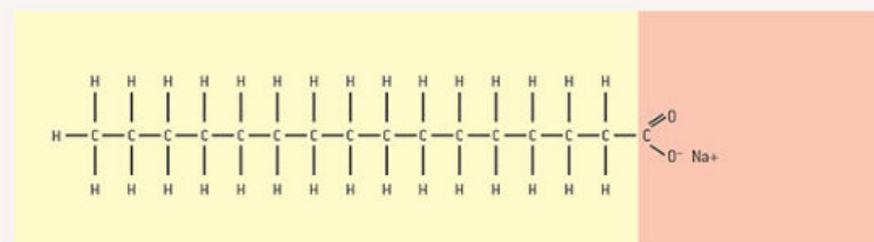
Sin embargo, el agua contiene disuelto dióxido de carbono gaseoso (CO<sub>2</sub>), que forma ácido carbónico (H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) en contacto con el líquido. A su vez, el ácido carbónico reacciona con el carbonato de calcio y se forma bicarbonato de calcio, que es un compuesto soluble en agua. Por otro lado, si disminuye la cantidad de dióxido de carbono disuelto en el agua dura, se observa la formación de un precipitado, es decir, de un sólido insoluble en el líquido.

La **dureza permanente** del agua está determinada por la presencia de otras sales, por ejemplo, sulfato de calcio, sulfato de magnesio, nitrato de calcio y nitrato de magnesio. Estos compuestos son muy solubles en agua y su disolución trae como consecuencia la presencia de iones calcio (Ca<sup>2+</sup>) y magnesio (Mg<sup>2+</sup>) en el líquido.

Una característica del agua dura es que, al agregarle jabón, es difícil que forme espuma. Cuando el jabón entra en contacto con el agua dura, reacciona con los iones y se obtiene un precipitado, debido a la formación de un compuesto que inhibe la capacidad limpiadora del jabón y la formación de espuma. Para que se produzca espuma, es necesario agregar más jabón hasta que reaccionen todos esos iones o la mayor parte de ellos. Esto provoca que disminuya el rendimiento del jabón.

A continuación se muestra la fórmula desarrollada de un jabón, en la cual existe una porción hidrofóbica (no polar y no afín al agua) y una hidrofílica (polar, afín al agua).

Fórmula típica de un jabón



La estructura del jabón está constituida de dos partes: a) un grupo carboxilo, con cargas eléctricas, y b) una larga cadena de carbonos. La primera es soluble en agua y la segunda insoluble.

Porción hidrofóbica o no polar

Porción hidrofílica o polar

Responde en tu cuaderno.

1. ¿Cuál de las ecuaciones químicas siguientes representa la reacción de formación del ácido carbónico?

- A)  $\text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3$
- B)  $\text{MgCO}_3 + \text{CaCO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3$
- C)  $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3$
- D)  $\text{H}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

2. Escribe la ecuación química de la reacción del ácido carbónico con el carbonato de calcio para formar el bicarbonato de calcio, Ca(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>. Verifica que se represente de manera adecuada la Ley de la conservación de la masa.

3. De acuerdo con las propiedades descritas en el texto, ¿qué tipo de compuestos son estas sales: sulfato de calcio, sulfato de magnesio, nitrato de calcio y nitrato de magnesio?

4. ¿Qué representan los símbolos Ca<sup>2+</sup> y Mg<sup>2+</sup>? ¿Cómo se forman a partir de los átomos de los elementos correspondientes?

5. Identifica las porciones hidrofóbica e hidrofílica en la fórmula del jabón y explica las razones de tu elección con base en la electronegatividad de los elementos que forman dichas porciones:

6. La porción hidrofílica del jabón es afín al agua porque:

- A) El agua forma puentes de hidrógeno con los iones de sodio de la molécula de jabón.
- B) Los iones presentes en la molécula del jabón atraen a las moléculas del agua.
- C) Los átomos de carbono de la molécula del jabón atraen a las moléculas del agua.
- D) La gran cantidad de hidrógenos en el jabón forma puentes de hidrógeno con las moléculas del agua.



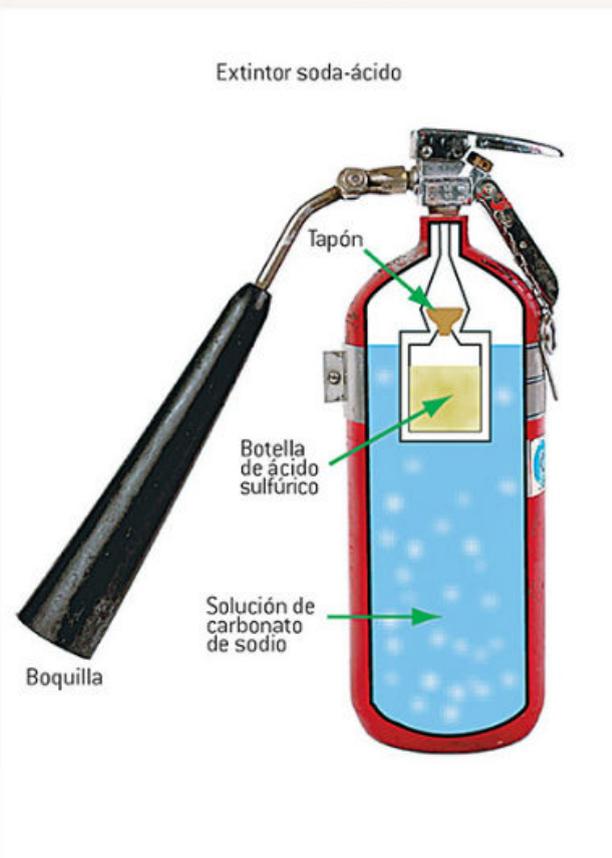
Uno de los problemas generados por la dureza del agua es el sarro que se acumula en los lavabos y regaderas.

## ¿Cómo extinguir un incendio?

Un incendio se produce cuando se genera un fuego incontrolado, que puede ser muy peligroso para los seres vivos y las estructuras. La exposición a un incendio puede producir quemaduras graves y los síntomas propios de la inhalación de humo.

Los incendios en los hogares pueden empezar con accidentes en la cocina, fallas eléctricas, escapes de combustibles, personas que jueguen con cerillos o cohetes, o accidentes que impliquen otras fuentes de fuego, como velas y cerillos.

El fuego es producto de una reacción química entre algunos materiales y el oxígeno, en la cual se requiere energía para iniciarla. Las llamas son una mezcla de gases sometidos a una compleja serie de reacciones químicas que liberan energía en forma de luz y calor.



Para que funcione el extintor es necesario invertir su posición, con el fin de permitir que las sustancias entren en contacto.

Otros extintores contienen compuestos que se obtienen a partir del petróleo y que contienen halógenos y son conocidos como derivados halogenados. Sin embargo, su uso ha sido restringido, pues se asocia como causante del adelgazamiento de la capa de ozono.

Desde luego que la mejor manera de combatir los incendios es prevenir el riesgo de que se produzca el fuego.

Cada material tiene una temperatura de ignición distinta para que se incendie. En la mayoría de los casos, una vez que comienza la reacción, la energía desprendida en el proceso sirve para mantenerlo. Según el tipo de material que se quema, los incendios se clasifican en cuatro grupos:

Clase A: materiales orgánicos sólidos.

Clase B: sólidos fácilmente fundibles, líquidos volátiles y gases.

Clase C: equipos eléctricos.

Clase D: metales combustibles.

Existen diversos métodos para combatir los incendios. Uno de los más conocidos es el enfriamiento con agua, aunque solo se recomienda para los incendios de clase A.

Otra forma es mediante extintores, como los que utilizan dióxido de carbono almacenado a presión elevada o sustancias que lo producen. El mecanismo de extinción del dióxido de carbono se asocia con que su densidad es mayor que la del aire. El diagrama muestra el interior de un extintor con sustancias productoras de dióxido de carbono que suele utilizarse para incendios de las clases A, B y C.

© SANTILLANA

Responde en tu cuaderno.

1. Indica las condiciones necesarias para que se produzca el fuego.
2. La reacción química que ocurre cuando se produce un incendio se clasifica como:

A) Fermentación.

C) Efervescencia.

B) Combustión.

D) Neutralización.

3. Clasifica los siguientes materiales de acuerdo con el tipo de incendio que producen: carbón, gas doméstico, plancha, gasolina, madera, sodio, ropa, cafetera, cera, papel, magnesio y aceite.

Incendio clase A:

Incendio clase B:

Incendio clase C:

Incendio clase D:

4. ¿Cuál de las propiedades del agua permite que se lleve a cabo el proceso de enfriamiento de un incendio de clase A?

A) Tensión superficial.

C) Capacidad disolvente.

B) Capacidad calorífica.

D) Conductividad calorífica.

5. En el extintor de dióxido de carbono, el carbonato de sodio reacciona con el ácido sulfúrico y se forman como productos sulfato de sodio, dióxido de carbono y agua. Escribe la ecuación química de tal forma que se represente de manera adecuada el cumplimiento de la Ley de la conservación de la masa.

6. ¿Por qué la densidad del dióxido de carbono permite su uso para extinguir un incendio?

7. ¿Qué propiedad tiene el dióxido de carbono que permite su uso en la extinción de incendios clase C?



© SANTILLANA

Por lo común se ha creído que, al entrar en contacto con el fuego, el bicarbonato sódico se descompone y produce anhídrido carbónico, que genera una acción sofocante y extingue el fuego. No obstante, estudios recientes indican que al aplicar el extintor se genera un residuo pegajoso que envuelve al combustible y lo aísla del oxígeno; ello paraliza la combustión.



## Presentación del bloque

Cuando comemos cítricos, como un limón o una naranja, que no están maduros podemos sentir en la boca un sabor agrio que se atribuye a sustancias conocidas como ácidos. Por el contrario, si después de comer mucho tomamos bicarbonato de sodio para sentirnos mejor, entonces se trata de una base.

En este cuarto bloque estudiarás qué son y cuáles son las características de las sustancias ácidas y las sustancias básicas; también analizarás lo que identifica a un óxido y a un reductor, así como los productos que se obtienen al mezclar estas sustancias.

Además, en estas páginas reconocerás cómo la ciencia y la tecnología en conjunto han contribuido a crear beneficios y riesgos para la sociedad y el ambiente, al generar nuevos materiales a partir del estudio de diversas reacciones químicas. También valorarás la importancia de buscar recursos opcionales para un desarrollo sostenible a partir de abordar un proyecto escolar.

## 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.

© SANTILLANA

- 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.

© SANTILLANA

## Proyecto

“¿Cómo evitar la corrosión?” y “¿Cuál es el impacto de los combustibles y posibles alternativas de solución?” son los dos proyectos que te proponemos llevar a cabo al terminar este bloque, con el fin de que puedas integrar y aplicar los diferentes aprendizajes que has adquirido a lo largo del bloque, así como las competencias desarrolladas.

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

## Inicio



Figura 4.1. Algunos jabones y productos cosméticos pueden causar irritación en la piel.

## 1.1. Propiedades y representación de ácidos y bases

### Aprendizajes esperados

#### El alumno:

- 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.

Joaquín comenzó a sentir mucha comezón y empezaron a aparecerle granitos mientras se le enrojecían las manos. Él y su papá fueron al dermatólogo, especialista en enfermedades de la piel, quien les comentó que Joaquín padecía una fuerte dermatitis provocada por el jabón. El papá recordó que habían comprado un jabón diferente al que usaban comúnmente en la familia porque tenía un aroma muy agradable y buena presentación, pero ignoraba que podía provocar problemas en la piel (fig. 4.1). El dermatólogo les recomendó comprar un jabón neutro, porque sus componentes son menos agresivos para la piel, ya que la mayoría de los jabones comerciales son alcalinos.

- ¿Qué propiedades tienen los jabones neutros?
- ¿Por qué son diferentes de otros jabones?
- ¿Cuáles son mejores?

## Desarrollo



Figura 4.2. A diario consumimos y usamos sustancias ácidas y básicas.

### Ácidos y bases en nuestra vida cotidiana

Cuando escuchas la palabra "ácido", ¿qué te viene a la mente? Podrías pensar que se trata de sustancias peligrosas o de alimentos que te provocan una sensación extraña en la boca, como cuando chupas un limón. Es probable que no asocies la palabra "base" con una sustancia. Sin embargo, estas, también llamadas *alcalis*, se emplean en la elaboración de muchos productos de limpieza, como los utilizados para limpiar los hornos y estufas, y en algunos medicamentos, como los que se toman para contrarrestar la acidez estomacal.

Tanto los ácidos como las bases se encuentran de forma natural en algunas frutas, verduras y otros alimentos nutritivos que incluimos en nuestra dieta. También los utilizamos en la producción de algunos medicamentos, y en artículos para mantener nuestra higiene personal, o para la limpieza del hogar (fig. 4.2).

Cuando el científico irlandés **Robert Boyle** (1627-1691) estudió las propiedades de algunas disoluciones, observó que varias tenían sabor agrio, producían efervescencia (burbujeo que indica la formación de un gas) al entrar en contacto con metales y cambiaban el color de algunas infusiones como las del té negro, que viran de rojizo a amarillo.

Si bien estas características se conocían con anterioridad, fue Boyle quien clasificó estas sustancias en la categoría de **ácidos**. Él también se dio cuenta de que las disoluciones de otras sustancias que se caracterizaban por su sabor amargo tenían una consistencia untuosa o resbalosa y provocaban un cambio de coloración del té negro de rojizo a café, por eso las clasificó en la categoría de **bases** o **alcalis**.

Las propiedades ácidas y básicas pueden ser más intensas en unas sustancias que en otras. Por ejemplo, beber un vaso de jugo de naranja es una experiencia agradable al gusto; pero ante un trago de vinagre la reacción de nuestro organismo es de rechazo inmediato, debido a su sabor muy agrio. Las propiedades del ácido cítrico, que contiene la naranja y algunas otras frutas, son menos fuertes que las del ácido acético, principal componente del vinagre.

Algo similar ocurre con las sustancias básicas. Por ejemplo, el bicarbonato de sodio es una base que se utiliza para cocinar o como medicamento para mitigar los efectos de la acidez estomacal. Pero si se tiene contacto con una pequeña cantidad de sosa o hidróxido de sodio (NaOH), base que se usa en diversos productos como los destapacaños, se producirían quemaduras en la piel que podrían ser graves.

Existe la creencia de que solo los ácidos son corrosivos, es decir, que dañan y desgastan los materiales, pero el hidróxido de sodio (NaOH) o el hidróxido de potasio (KOH) son ejemplos de bases que también pueden serlo (fig. 4.3). Además de quemaduras en el tracto digestivo, ingerir ácidos o bases corrosivos provoca daño en las papilas gustativas.

En el cuadro 4.1 se muestran algunas **propiedades macroscópicas** (que se perciben a simple vista) de los ácidos y las bases.

Cuadro 4.1. Propiedades macroscópicas	
Ácidos	Bases
Sabor agrio	Sabor amargo
No presentan consistencia resbalosa	Consistencia resbalosa
Reaccionan con algunos metales produciendo efervescencia	No reaccionan con los metales

Las propiedades de las bases no son tan fáciles de detectar como las de los ácidos. Sin embargo, no es recomendable determinar las propiedades de ácidos o bases mediante la percepción del olor, del sabor o de la consistencia, puesto que algunas sustancias son muy corrosivas y pueden dañarte.

Las personas dedicadas a la química descubrieron que algunas sustancias, naturales o sintéticas, cambian de color en presencia de un ácido o de una base, lo cual permite identificar estos compuestos de forma segura. Estas sustancias reciben el nombre de **indicadores ácido-base**.

Por ejemplo, el papel tomasol es un indicador que se elabora impregnando un papel con el jugo de ciertos líquenes que cambian de color según se encuentren en contacto con un ácido o una base (fig. 4.4).

Otros indicadores muestran tonalidades diferentes según la intensidad de la acidez o basicidad de una sustancia o del medio. Este es el caso de la cianidina, un pigmento que se halla en la col morada, las uvas, las manzanas, las ciruelas, el maíz morado y los pétalos de flores de color intenso, como la rosa, la jamaica, la bugambilia y la violeta.



Figura 4.3. Tanto los ácidos como las bases pueden ser muy corrosivos. Este símbolo indica que una sustancia es corrosiva.

## Conéctate

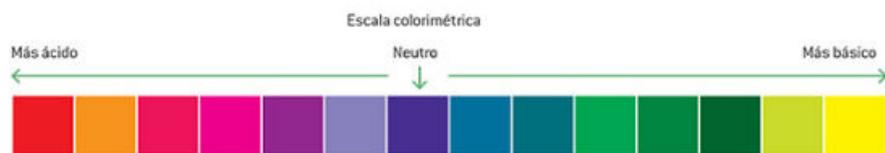
Con el fin de conocer un poco más sobre ácidos y bases en la vida cotidiana ingresa en el siguiente enlace: [www.conevyt.org.mx/actividades/ácidos/inicio.swf](http://www.conevyt.org.mx/actividades/ácidos/inicio.swf) (Fecha de consulta: 17 de octubre de 2016).



Figura 4.4. El papel tomasol toma una coloración azul en presencia de las bases y roja en la de los ácidos.

La cianidina del extracto de violetas es un indicador natural que sirve para identificar la acidez o basicidad de las sustancias (fig. 4.5).

**Figura 4.5.** Escala de colores que toma la cianidina en medios neutros, básicos y ácidos.



**Figura 4.6.** Los distintos ácidos y bases contenidos en los tubos ocasionan que la cianidina tome diferentes coloraciones.

La cianidina toma, por ejemplo, una coloración rosácea muy intensa en contacto con el ácido sulfúrico y más tenue con el ácido acético; con el hidróxido de sodio adquiere una coloración verdosa, más intensa que en el hidróxido de amonio, y con las sustancias neutras no hay cambio de color (fig. 4.6).

Las posibilidades de detección de ácidos y bases que ofrece la cianidina la convierten en un indicador muy apreciado para el análisis cualitativo de estos dos tipos de compuestos.

Otras sustancias sintéticas también cambian de coloración en presencia de ácidos y bases, pero su variedad de tonalidades es limitada, como ocurre con la fenolftaleína (que es incolora con los ácidos y roja con las bases) o el rojo de metilo (toma una tonalidad roja con los ácidos y amarilla con las bases).

## Con ciencia

**Propósito:** Identificar ácidos y bases en sustancias de uso cotidiano.

Con el apoyo de su profesor, reúnanse en equipo y consigan este material para realizar lo que se propone.

### Materiales:

- Col morada
- Agua
- 1 frasco grande opaco con tapa
- 1 gradilla
- 12 pipetas de plástico
- 1 licuadora
- 1 colador
- Jugo de limón
- Bicarbonato de sodio
- 1 papel filtro para cafetera
- 12 tubos de ensayo o frascos pequeños
- 1 plumón indeleble
- Disolución de limpiahornos
- Disolución de jabón de tocador neutro
- Disolución de jabón de pasta para lavar ropa
- Disolución de jabón perfumado
- Disolución de pastilla de vitamina C
- Vinagre
- Leche
- Tijeras



Antes de realizar el experimento, determinen cuáles serán las medidas de seguridad que tendrán en cuenta para evitar accidentes.

Pidan a su maestro que les prepare la disolución de limpiahornos y extremen precauciones al trabajar con ella.

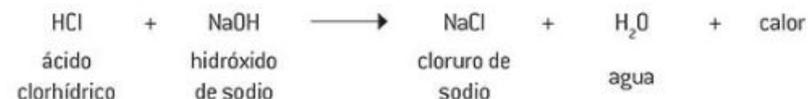
### Procedimiento:

- Pidan a uno de los integrantes del equipo que licue la col con un poco de agua durante un minuto, cuele el jugo de col y vierta todo el líquido en el frasco grande para llevarlo a la escuela.
- En el laboratorio o en el salón de clases, numeren del 1 al 12 los tubos de ensayo con el plumón indeleble y colóquenlos en la gradilla. Si usan frascos, acomódenlos sobre la mesa.
- Tomen una pipeta y agreguen a cada tubo 3 ml del jugo de col.
- Con otra pipeta agreguen con cuidado 3 ml de la disolución de limpiahornos en el primer tubo de ensayo o frasco. Agiten el tubo y colóquenlo en la gradilla.
- Repitan el paso anterior para el resto de las sustancias en los otros tubos. Usen pipetas diferentes en cada caso para no contaminar las muestras.
- Dejen el tubo 12 solo con el jugo de col para que lo tomen como referencia.
- Observen y registren en su cuaderno la coloración de las disoluciones y comparen cada una con la escala de la cianidina que aparece en la figura 4.5 de la página 206.
- Clasifiquen en el cuaderno las sustancias como ácidos o bases y después ordénelas de acuerdo con la intensidad de su acidez o basicidad. Incluyan su clasificación en un cuadro.
- Corten tiras de 1 cm de ancho por 2 cm de largo del papel filtro, imprégnenlas con el jugo de col y déjenlas secar. Este será su papel indicador que utilizarán en actividades posteriores. Guarden las tiras en bolsas negras.
- Contesten en el cuaderno:
  - ¿Qué coloración debería tener la cianidina en contacto con una sustancia neutra?
  - ¿Alguna de las que usaron en el experimento es una sustancia neutra?
  - ¿Existe alguna relación entre la intensidad de la acidez o de la basicidad de las sustancias con su peligrosidad? Escriban un par de ejemplos.
  - ¿Cuál jabón tiene características que lo acercan a la calidad de neutro?
- Comparen sus resultados con los de los demás equipos y obtengan conclusiones de grupo.
  - Elaboren un informe de su actividad experimental. Es importante que muestren los colores que adquirió la cianidina de cada tira de papel con las diferentes sustancias.
- En equipo analicen la pregunta y contéstena en el cuaderno.
  - ¿Cuáles son las propiedades que presentan los jabones y cuál de los que usaron con el indicador de cianidina recomendarían a una persona de piel sensible? Justifiquen su respuesta.

## Reacciones ácido-base

En la actividad anterior pudiste comprobar que algunos ácidos y bases producen una coloración del indicador ácido-base muy lejana a la coloración neutra de la escala colorimétrica. ¿Qué sucederá si combinamos un ácido con una base con estas características? ¿Ocurrirá una explosión?

Lo que en realidad sucede es muy sorprendente. Si hacemos reaccionar ácidos y bases, como el ácido clorhídrico (HCl) y el hidróxido de sodio (NaOH), se produce un resultado peculiar: se forman nuevas sustancias que no presentan las características ácidas ni las básicas de los compuestos originales. La siguiente ecuación representa esta reacción:



### Para saber más

El empleo de indicadores ácido base ha sido de gran importancia para conocer las características de las sustancias y tomar medidas adecuadas para su manejo sanitario. Por ejemplo, cuando una abeja pica a una persona, introduce una sustancia ácida que produce una coloración roja en el papel tornasol; en cambio, con el veneno de la avispa el color del papel es azul. La picadura de una avispa o de una abeja es una experiencia dolorosa para quienes la han sufrido. Contrario a lo que mucha gente cree, el veneno de estos insectos es químicamente opuesto: uno es ácido y el otro, una base (fig. 4.7).



**Figura 4.7.** Cuando la abeja pica, inyecta una sustancia ácida. La avispa, en cambio, introduce una sustancia básica.

### Para saber más

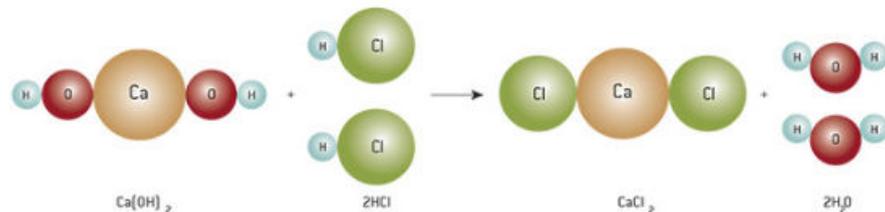
Las culturas prehispánicas pobladoras del valle de México aprovechaban las sales que afloraban del lago de Texcoco en tiempo de sequía. Las llamaban *tequixquitl* o tequesquite y estaban compuestas principalmente de carbonato de sodio y cloruro de sodio.



**Figura 4.9.** Antes de desechar sustancias ácidas o básicas, es necesario neutralizarlas con el fin de evitar verter en el ambiente sustancias que lo alteren.

Los productos que se obtienen de la reacción son cloruro de sodio (NaCl), la sal común que utilizamos para aderezar algunos alimentos, y agua. Ninguno de estos compuestos tiene propiedades ácidas ni básicas; son neutros.

La reacción entre un ácido y una base se conoce como **neutralización** y los productos que se obtienen son siempre una sal y agua; por ejemplo, cuando el hidróxido de calcio,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , reacciona con el ácido clorhídrico (HCl), se forma cloruro de calcio ( $\text{CaCl}_2$ ), que es una sal, y agua [fig. 4.8].



Las **sales** son compuestos iónicos formados por un catión metálico y un anión, que puede ser un no metal o la combinación de algunos de estos elementos. En el caso del cloruro de sodio, el catión metálico es el ion sodio ( $\text{Na}^+$ ) y el anión del no metal es el ion cloruro ( $\text{Cl}^-$ ).

Las reacciones de neutralización son muy importantes en la industria química y en la salud humana. En algunas industrias se usan estas reacciones para evitar que lleguen al agua y al suelo sustancias ácidas o básicas que los dañen. De esta manera, solo se vierte agua al medio y se pueden recuperar las sales para otros procesos [fig. 4.9].

En nuestro organismo entran a diario y se producen grandes cantidades de ácidos que podrían dañar nuestra salud e incluso ocasionarnos la muerte en altas concentraciones. Por ejemplo, en la sangre hay sustancias como el ácido carbónico ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ) y el bicarbonato de sodio ( $\text{NaHCO}_3$ ), que es una base. Si la concentración de ácidos aumenta, son neutralizados por el bicarbonato de sodio; por el contrario, si se incrementa la concentración de bases, el ácido carbónico las neutraliza. Así se regula la sangre y no es muy ácida o básica.

## Con ciencia

**Propósito:** Identificar nuevas sustancias en reacciones ácido-base.

### Materiales:

- 100 g de bicarbonato de sodio
- 1 vaso desechable transparente
- 3 tiras de papel indicador
- 100 ml de vinagre
- 1 cuchara sopera

Reúnete con tu equipo y, con el apoyo del maestro, determinen las medidas de seguridad que tendrán en cuenta por las sustancias que emplearán.

Coloquen el bicarbonato de sodio en el vaso desechable, agreguen unas gotas de agua e introduzcan una tira de papel indicador, ¿qué color se obtuvo?, ¿es una sustancia ácida o básica? Anoten el resultado de sus observaciones en el cuaderno.

### Promoción de la salud

Si tuvieras a la mano una disolución de bicarbonato de sodio y una de vinagre, ¿cuál recomendarías para mitigar los efectos de una picadura leve de abeja y de una avispa en zonas diferentes de la cara?

- Verifiquen si el vinagre es ácido o básico con otra tira. Escriban lo que observen en el cuaderno.
- Con la cuchara, agreguen el vinagre poco a poco al vaso con bicarbonato de sodio y observen qué pasa.
- Cuando termine la reacción observen lo que quedó en el fondo del vaso. Verifiquen si es ácido o básico empleando un papel indicador.
- Cuando terminen, viertan los líquidos al drenaje (no son tóxicos) y el vaso a la basura inorgánica. Pidan a su maestro que los evalúe.



**Figura 4.10.** Los ácidos son útiles en la agricultura, pues facilitan la producción de vegetales para la alimentación.

En la actividad anterior obtuviste una sal como resultado de la reacción entre un ácido y una base. Son muchas y variadas las aplicaciones de las sales en la industria. Por citar un caso, de la reacción del amoníaco ( $\text{NH}_3$ ) con el ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) se obtiene el sulfato de amonio,  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ , una sustancia empleada en la fabricación de fertilizantes. Otro ejemplo: el fluoruro de sodio (NaF), una sal usada en las pastas dentales para prevenir la caries, se obtiene cuando el hidróxido de sodio (NaOH) reacciona con el ácido fluorhídrico (HF).

Como te habrás percatado, los ácidos, las bases y las sales están presentes en nuestra vida diaria y en las actividades productivas, por ejemplo, en la agricultura, en la cual se utilizan algunos ácidos (por ejemplo, el indolacético) como herbicidas para eliminar malezas [fig. 4.10].

No obstante, los conocimientos químicos no siempre se emplean en beneficio de la humanidad y del ambiente. Algunos herbicidas potentes (como el ácido 3,4-diclorofenoxiacético) que acaban con todo tipo de plantas fueron utilizados como armas químicas durante la segunda mitad del siglo XX, con la finalidad de eliminar el follaje donde se ocultaban las tropas, sin considerar el daño que causarían a las poblaciones y al medio.

El objetivo principal de la ciencia es desarrollar conocimiento veraz y confiable; en muchos países, hombres y mujeres se dedican a la investigación científica [fig. 4.11]. Cómo se aprovecha ese conocimiento no depende de la ciencia, sino de las personas que lo usan.

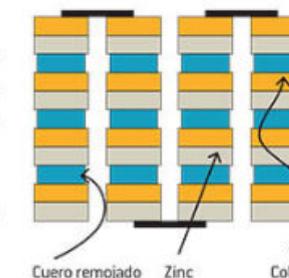


**Figura 4.11.** La comunidad científica pone sus conocimientos a disposición de las personas.

## El modelo de Arrhenius

**Alessandro Volta** (1745-1827) desarrolló la primera pila eléctrica del mundo con base en su conocimiento de la capacidad conductora de electricidad de la sal común disuelta en agua. Con experimentos como ese, a inicios del siglo XIX se sabía que algunas sustancias disueltas en agua conducían la electricidad.

En ese tiempo se consideraba que todas las reacciones químicas estaban en función de la atracción de cargas eléctricas. Así, al introducir dos electrodos en una sustancia disuelta en agua, el polo negativo atraía los componentes positivos de una molécula y la descomponían [fig. 4.12]. Pero **Michael Faraday** (1791-1867) pensaba que introducir los polos no era suficiente y que se debía aplicar una descarga eléctrica a la disolución para liberar un componente de la molécula, al que llamó ion; creía que los iones conducían la corriente eléctrica. Llamó **electrolitos** a estas sustancias, y **no electrolitos** a las que aun disolviéndose en agua no conducían la electricidad. Sin embargo, no explicó cómo sucedía el proceso.



**Figura 4.12.** La pila de Volta fue de gran utilidad para los interesados de su época en los fenómenos eléctricos.

## Glosario

### disociación.

Acción y efecto de separar algo que estaba unido.

## Conéctate

Si quieres conocer un poco más sobre ácidos y bases, puedes consultar "El protón en química" en "El mundo de la química", vol. 8, en *El video en el aula. Acervo y usos didácticos de la videoteca escolar. Educación secundaria*. SEP, México, 1996.

La respuesta la propuso el químico sueco **Svante August Arrhenius** (1859-1927), quien se interesó en el estudio de la conductividad eléctrica de las disoluciones acuosas. Utilizó disoluciones de ácidos y bases, entre otras. Propuso que, cuando se disolvían algunas sustancias en agua, estas se **disociaban** en iones. Este proceso se conoce como **ionización**.

Un ejemplo: al disolver cloruro de potasio en agua se forman los iones cloruro ( $\text{Cl}^-$ ) y potasio ( $\text{K}^+$ ); debido a ello, las disoluciones conducen electricidad. Como su propuesta contradecía lo propuesto por Faraday (puesto que Arrhenius aseguraba que la disociación con agua no requería aplicar una corriente eléctrica), la teoría de Arrhenius fue rechazada. Sin embargo, tras la realización de experimentos, mediciones y cálculos matemáticos logró su aprobación. Los resultados lo llevaron a concluir que los ácidos y las bases eran electrolitos, como proponía Faraday, pero además planteó una explicación de por qué las disoluciones acuosas de estas sustancias conducían la corriente eléctrica.

Arrhenius propuso la **teoría de la disociación electrolítica**, la cual considera que la conductividad eléctrica se debe a que al disolverse en agua las sustancias se disocian en iones. También propuso un modelo para explicar por qué los ácidos y las bases son electrolitos. Caracterizó a un **ácido** como un compuesto que al disolverse en agua libera iones  $\text{H}^+$  y aniones. Representó con una ecuación química la disociación de los ácidos. Por ejemplo, la de la molécula del ácido clorhídrico, en la que se obtiene un ion  $\text{H}^+$  y el ion cloruro  $\text{Cl}^-$  es:



Existen ácidos que contienen más de un hidrógeno, por lo que al disolverse en agua liberan más de un ion  $\text{H}^+$ ; por ejemplo, cada molécula de ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) libera dos iones  $\text{H}^+$  y su disociación ocurre en dos etapas:

### Etapas

Etapa 1				Etapa 2				
$\text{H}_2\text{O}(\text{l})$				$\text{H}_2\text{O}(\text{l})$				
$\text{H}_2\text{SO}_4$	$\longrightarrow$	$\text{H}^+$	+	$\text{HSO}_4^-$	$\longrightarrow$	$\text{H}^+$	+	$\text{SO}_4^{2-}$
Ácido sulfúrico		Ion hidrógeno		Ion sulfato ácido		Ion hidrógeno		Ion sulfato

La ecuación que representa la disociación completa es:



Los ácidos de Arrhenius están formados por hidrógeno y uno o más elementos no metálicos. Los hidrógenos siempre se escriben al inicio de la fórmula. Como ocurre con  $\text{HCl}$  (ácido clorhídrico),  $\text{HNO}_3$  (ácido nítrico) y  $\text{H}_2\text{CO}_3$  (ácido carbónico).

En el modelo de Arrhenius una base es un compuesto que al disolverse en agua libera iones oxhidrilo  $\text{OH}^-$  y cationes (fig. 4.13). Por citar un caso, la ecuación que representa la disociación del hidróxido de sodio,  $\text{NaOH}$ , es la siguiente:

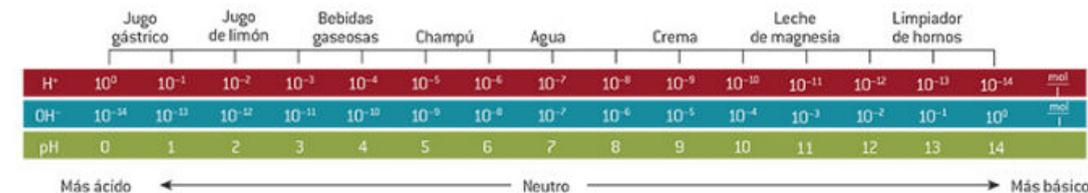


Algunas bases liberan más de un ion oxhidrilo, como el hidróxido de calcio:



## La escala de pH

Para obtener mayor precisión al determinar el grado de acidez o basicidad, las personas dedicadas a la química usan una escala propuesta en 1909 por el químico danés **Søren Peter Lauritz Sørensen** (1868-1939), cuyos valores de 0 a 14 y se relacionan con la concentración de iones  $\text{H}^+$  expresada en moles/l. Se llama **escala de pH** (fig. 4.14).



El valor de  $\text{pH} = 7$  corresponde a las disoluciones neutras y al agua pura. Al aumentar el valor hacia el 14 la disolución es más básica y, al acercarse al cero, más ácida. Los valores de pH cambian de una unidad a otra por un factor de diez. En otras palabras, un pH de 4 significa que la disolución es diez veces más ácida que una de 5. Esto quiere decir que la concentración de protones ( $\text{H}^+$ ) es diez veces mayor en un pH = 4 que en un pH = 5.

## Para saber más

Las bases de Arrhenius están formadas por un catión metálico y uno o más iones oxhidrilo. Para nombrarlas se utiliza la palabra "hidróxido" seguida de la preposición "de" y luego el nombre del metal. En las fórmulas se escribe primero el símbolo del elemento metálico seguido de uno o más iones oxhidrilo, según la valencia del metal. Por ejemplo, hidróxido de potasio ( $\text{KOH}$ ), hidróxido de magnesio,  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ , e hidróxido de aluminio,  $\text{Al}(\text{OH})_3$ .

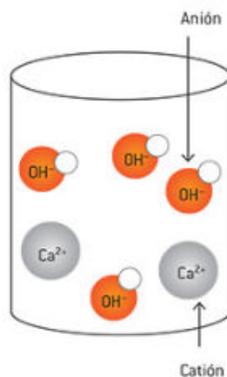


Figura 4.13. ¿Cuántos iones oxhidrilo se liberan por cada ion de calcio?

## Practica lo aprendido

Regresa al caso de Joaquín expuesto al inicio de este tema y explícalo en tu cuaderno de manera más fundamentada con base en los conocimientos adquiridos. Cuando concluyas, pide al profesor que te evalúe. Toma en cuenta en tu explicación:

- Por qué se le indicó a Joaquín utilizar jabones neutros.
- En qué se diferencian estos jabones de otros que se venden comercialmente.
- Elabora un cartel en el que expliques la importancia de conocer las propiedades ácidas o básicas de las sustancias que empleamos en casa o en la escuela.
- Diseña un experimento para mostrar el grado de acidez o basicidad de productos que consumes: café, refresco, leche o los que consideres interesantes.
- Recuerda siempre tener mucho cuidado con el manejo de sustancias y apoyarte con tu profesor de grupo o una persona adulta.

## Cierre

# ¿Por qué evitar el consumo frecuente de los “alimentos ácidos”?

## 2.1 Toma de decisiones relacionadas con la importancia de una dieta correcta

### Inicio



**Figura 4.15.** El abuso de alimentos con bajo aporte nutrimental, muy picantes y ácidos puede ocasionar acidez estomacal, gastritis, obesidad y diabetes.

### Aprendizajes esperados

#### El alumno:

- 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.

A la salida de la escuela, Lalo compró un vaso de jicamas con limón y chile piquín que disfrutó enormemente. Cuando subía las escaleras de su edificio, sintió un dolor en la “boca” del estómago; su hermano mayor le sugirió que se tomara un medicamento antiácido. Antes de automedicarse, Lalo consultó con la vecina de enfrente, que es enfermera. Ella comentó que tal vez se trataba de un cuadro de acidez estomacal y recomendó que acudiera a un centro de salud, pues el antiácido podía controlar las molestias, pero era necesario atenderse si ya tenía alguna enfermedad estomacal. De ahora en adelante, agregó, Lalo tendría que moderarse al ingerir “alimentos ácidos”, pues podrían provocarle problemas más serios de salud (fig. 4.15). Responde las preguntas en el cuaderno. Regresaremos a ellas al final de esta secuencia.

- ¿Qué “alimentos ácidos” conoces?
- ¿Qué riesgos origina el consumo frecuente o excesivo de “alimentos ácidos”?
- ¿Qué haces para contrarrestar la acidez?

### Desarrollo

#### ¿Qué ácidos comemos?

Probablemente has sentido ardor en el estómago o agruras después de comer alimentos con mucho limón, que contiene ácido cítrico. Quizá por eso te sorprenda saber que, en condiciones normales, en el estómago se liberan alrededor de 2.5 litros de jugo gástrico al día. Además de algunas enzimas, este jugo contiene principalmente agua y ácido clorhídrico, que es mucho más corrosivo que el ácido cítrico del limón. Los otros componentes del jugo gástrico son enzimas (como la pepsina, que inicia la digestión de las proteínas).

¿Por qué no sentimos los efectos del ácido clorhídrico del estómago? El interior del estómago está recubierto por una membrana mucosa que lo protege de la corrosión que provocaría el ácido clorhídrico en el tejido estomacal. Cuando el jugo gástrico es más ácido que lo normal, la mucosa puede dañarse un poco, pero las células se regeneran en corto tiempo y esto termina con el problema.

Cuando la acidez del jugo gástrico es frecuente o excesiva, hay alteraciones en el sistema digestivo que producen molestias cada vez más severas, que pueden ser irreversibles si no se atienden a tiempo y se toman las medidas alimentarias adecuadas para evitarlas.

Las molestias causadas por la acidez estomacal ocasional pueden mitigarse con antiácidos, pero consumir estos medicamentos sin supervisión médica puede no solo ocultar enfermedades del tracto digestivo, sino empeorar la situación. Si los malestares son frecuentes, es necesario otro tipo de tratamiento.

Si se consumen en exceso alimentos ricos en grasas, se puede generar acidez estomacal y gastritis, pues la mucosa gástrica se irrita mucho (fig. 4.16). Otras molestias son provocadas por la salida del jugo gástrico hacia el esófago, lo cual quema la mucosa de este órgano y provoca ardor debajo de la garganta.

Enfermedades como la **gastritis** no se curan con antiácidos (fig. 4.17). Este padecimiento consiste en inflamación de la mucosa estomacal que adelgaza el tejido de las mucosas de protección y puede degenerar en **úlcera gástrica**, una lesión más grave y dolorosa que no alcanza a regenerarse. En algunos casos la úlcera requiere tratarse mediante cirugía.

Los malos hábitos alimentarios son solo una de las causas de la gastritis. Otros factores son el estrés, el consumo de alcohol, fumar y la presencia de algunas bacterias, como la llamada *Helicobacter pylori*. Algunas investigaciones señalan que una enzima de esta bacteria transforma la urea en amoníaco, lo cual produce una reacción con el ácido clorhídrico; esto le permite sobrevivir en el entorno ácido del estómago.



**Figura 4.16.** Además de la acidez estomacal, el abuso de alimentos con alto contenido de grasas causa obesidad y problemas cardiovasculares en el corto y mediano plazos.

### Con ciencia

**Propósito:** Identificar las sustancias ácidas que contienen alimentos que consumimos.

#### Procedimiento:

- Con el apoyo del profesor, reúnan en equipo envolturas de productos procesados que ustedes llevan para su *lunch* o que consumen en la cooperativa de la escuela.
- Anoten los ingredientes de cada producto en su cuaderno.
- Identifiquen las sustancias ácidas que contiene cada alimento.
- Elaboren un cuadro en el que indiquen el nombre del producto y la sustancia o sustancias ácidas que contiene.
- Respondan en equipo cada una de las preguntas siguientes:
  - ¿Qué sustancias ácidas son más frecuentes en los alimentos que analizaron?
  - ¿Con qué frecuencia y en qué cantidad consumen este tipo de productos?
  - ¿Qué hipótesis postularían sobre el efecto que ocasionan los ácidos de estos productos en el jugo gástrico?
- Coordinados por su profesor, compartan sus respuestas con el grupo y discutan estos puntos:
  - ¿Qué ácidos encontraron en la mayoría de los productos?
  - ¿Cuál consideran que es la función de los ácidos en dichos alimentos?
  - ¿Algunos de ustedes han sufrido agruras o dolor en la boca del estómago después de consumirlos? En caso afirmativo, ¿qué hacen para disminuir o evitar las molestias?



**Figura 4.17.** Estómago con gastritis que muestra la inflamación de la mucosa.



**Figura 4.18.** Aunque los antiácidos se pueden adquirir sin receta médica, se debe evitar la automedicación.

## Propiedades de los antiácidos

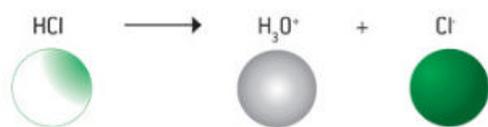
La mejor manera de prevenir la acidez estomacal es mediante una dieta correcta que nos permita disfrutar de todo tipo de alimentos. Sin embargo, existen los llamados medicamentos antiácidos (fig. 4.18) que contrarrestan algunas molestias de la acidez estomacal. La mayoría de ellos contiene bases como hidróxido de aluminio  $[Al(OH)_3]$ , hidróxido de magnesio  $[Mg(OH)_2]$ , carbonato de calcio  $[CaCO_3]$ , carbonato de magnesio  $[MgCO_3]$ , bicarbonato de sodio  $[NaHCO_3]$  o bicarbonato de potasio  $[KHCO_3]$ .

Estas bases reaccionan con el ácido clorhídrico del jugo gástrico y se produce una reacción de neutralización. Las ecuaciones siguientes representan algunas reacciones de neutralización de compuestos con el ácido clorhídrico.



Los carbonatos y bicarbonatos, además de una sal y agua, producen dióxido de carbono, un gas que nos hace eructar. Como consecuencia de estas reacciones de neutralización, disminuye la acidez del jugo gástrico, pero se obtiene una disolución no totalmente neutra.

No cualquier base puede servir como componente de los **antiácidos**. Los ácidos y las bases de Arrhenius se disocian en agua y liberan iones  $H^+$  y  $OH^-$ , respectivamente. La mayoría de las moléculas de un ácido se disocian casi por completo en contacto con el agua y producen una gran cantidad de iones  $H^+$ . Estos compuestos se conocen como **ácidos fuertes**. El ácido clorhídrico es un ácido fuerte y su disociación se representa en la figura 4.19.



**Figura 4.19.** Disociación del ácido clorhídrico, HCl.

En otros casos, solo algunas moléculas del ácido se disocian y la mayoría permanece sin cambios, por lo que se forman pocos iones  $H^+$ . Se trata de **ácidos débiles**, como el ácido acético, principal componente del vinagre (fig. 4.20).



**Figura 4.20.** Solo se disocia una pequeña cantidad de las moléculas de ácido acético.

De igual forma, existen bases fuertes y débiles. El hidróxido de sodio es una **base fuerte**, ya que la mayor parte de sus moléculas se separa en iones tanto de sodio  $[Na^+]$  como oxhidrilo  $[OH^-]$ . El amoníaco es una base débil, esto significa que al entrar en contacto con el agua solo un bajo porcentaje de sus moléculas se disocia en iones  $OH^-$ .

Algunas bases fuertes, como el hidróxido de aluminio  $[Al(OH)_3]$  y el hidróxido de magnesio  $[Mg(OH)_2]$ , son poco solubles en agua, por lo cual liberan una pequeña proporción de iones  $OH^-$ . Se comportan como bases débiles y pueden usarse como parte de los antiácidos.

## Con ciencia

**Propósito:** Analizar las propiedades de los antiácidos.

**Materiales:**

- Con el apoyo de tu maestro, reúnete con tu equipo y consigan lo siguiente:
  - 5 antiácidos de distintas marcas comerciales en presentaciones diferentes (tabletas, suspensiones, polvo efervescente, gel, etcétera)
  - 6 bolsas de plástico para guardar alimentos, de  $18 \times 20$  cm con cerrado hermético
  - 3 jeringas desechables sin aguja
  - 1 cuchara sopera
  - 1 plumón indeleble
  - 60 ml de vinagre blanco
  - 60 ml de agua
  - 200 ml de extracto de col morada o tiras de papel indicador que prepararon en el experimento del subcontenido anterior

**Procedimiento:**

- Escriban en una de las bolsas "testigo" (servirá como referencia) y añadan 2 cucharadas de extracto de col morada o una tira de papel indicador. Cierren la bolsa.
- Con la jeringa viertan 10 ml de vinagre y 10 ml de agua en la bolsa "testigo" y registren el color que toma el indicador.
- Viertan las mismas cantidades de vinagre y agua en las cinco bolsas restantes.
- Agreguen un antiácido diferente en cada una de las cinco bolsas, de acuerdo con la dosis recomendada en las indicaciones de cada producto (cantidad de tabletas, polvo o cucharadas).
- Añadan dos cucharadas de indicador de col morada a cada bolsa y anoten el color que toma. Determinen qué número le corresponde a cada bolsa según la escala de pH que estudiaron en la secuencia anterior.
- Propongan una hipótesis de lo que sucedería si agregaran 10 ml de agua a la bolsa testigo. Consideren lo siguiente:
  - ¿Se modificarán las propiedades ácidas o básicas del contenido?
  - ¿Cuál es el valor que esperarían obtener según la escala de pH?
- Verifiquen sus hipótesis agregando 10 ml de agua a la bolsa testigo.
- Registren los resultados en el cuaderno, en un cuadro como el que proponemos:

	Antiácido				
	1	2	3	4	5
Color del indicador					
Valor en escala de pH					

Analicen los resultados en equipo.

- Ordenen los antiácidos de mayor a menor valor de pH de la mezcla.
- ¿Qué coloración presenta el contenido de la bolsa "testigo"? ¿Cuál es su valor en la escala de pH?

### Para saber más

Los humanos tenemos en promedio unas 10 000 papilas gustativas. Estas células especializadas en detectar el sabor se regeneran cada 15 días, pero varios factores afectan su salud: la edad (a medida que envejecemos percibimos menos sabores; los ancianos tienen unas 5 000 papilas).

Otros factores son la ingesta frecuente de alimentos con propiedades ácidas, muy condimentados o con mucho chile, y el hábito de fumar.

## Para saber más

Gertrude Elion (1918-1999). Bioquímica estadounidense con especialidad en Farmacología. Descubrió medicamentos que hicieron posible el trasplante de órganos, la cura de la leucemia en un 80%, el tratamiento de la gota y el herpes, además de la utilización de nuevos medicamentos contra el sida. En 1988 recibió el Premio Nobel de Medicina junto a J. Black y G. Hitchings por sus descubrimientos sobre importantes principios en el tratamiento de enfermedades por medio de drogas.

- ¿Fueron correctas sus hipótesis al agregar más agua a la bolsa testigo?
- El vinagre es un componente importante de muchos alimentos, como aderezos y salsas para botana. ¿Qué grado de acidez o basicidad tiene?
- Si hiciéramos una analogía entre este experimento y el organismo humano:
  - ¿Qué órgano del sistema digestivo representa la jeringa?
  - ¿Qué sustancia representa el vinagre con agua?
  - ¿Qué órgano representan las bolsas de plástico?
- Compartan sus resultados con el grupo.
  - Con el apoyo del profesor, elaboren un cuadro en el pizarrón o en una tabla de Excel que concentre los resultados de todos los equipos.
  - Verifiquen si sus resultados coinciden con los de sus compañeros y discutan las posibles razones de las diferencias, si las hay.
  - ¿Por qué se aconseja no tomar refrescos ni salsas picantes para evitar problemas estomacales? Verifiquen los componentes de un refresco.
  - Expliquen qué han aprendido con esta actividad experimental.

## Haz de tu alimento tu medicamento

Hipócrates (fig. 4.21), un médico de la antigua Grecia, acuñó una famosa frase: "Que tu alimento sea tu medicina y que tu medicina sea tu alimento". Él esbozó una serie de principios éticos sobre el ejercicio de esta carrera que profesan en forma de juramento quienes concluyen sus estudios en diferentes áreas de la salud (médicos, odontólogos, fisioterapeutas, entre otros) o comienzan sus prácticas con pacientes. Si deseas seguir el principio hipocrático, debes conocer los otros factores que influyen en la aparición de la acidez estomacal:

1. El desorden en los horarios de comida, pues el estómago secreta el jugo gástrico en las horas en que acostumbra; al no haber alimentos que procesar, el ácido puede irritar las mucosas de protección.
2. Ingesta frecuente y en grandes cantidades de aceites y grasas.
3. El estrés, un conjunto de síntomas provocados por diversas situaciones amenazantes o dolorosas, puede favorecer la producción de jugo gástrico. En estos casos es recomendable realizar algún deporte, así como actividades artísticas y culturales que, además, permiten desarrollar diversas habilidades.

## Con ciencia



Figura 4.21. Hipócrates, el padre de la medicina, nació en Cos en el año 460 a. de C. y murió en Tesalia en el año 370 a. de C.

**Propósito:** Tomar una decisión frente al consumo de alimentos ácidos en la dieta.

Con el apoyo de tu maestro, reúnete con tu equipo y lean el texto siguiente:

Muchas escuelas ofrecen a sus alumnos alimentos cada vez más sanos, que incluyen fruta y vegetales, pero algunas investigaciones en el área educativa consideran que cuando se venden junto con la comida de bajo contenido nutrimental se corre el riesgo de que los estudiantes no elijan las

opciones saludables, y se manda un mensaje confuso a los niños y jóvenes sobre lo que es una nutrición sana.

Otras investigaciones opinan que no se puede generalizar esta conducta, en especial entre los jóvenes de secundaria y bachillerato.

© SANTILLANA

Estos jóvenes son capaces de tomar mejores decisiones por sí mismos en relación con sus hábitos de salud. Muchos jóvenes, entre ellos los que ya experimentan problemas de sobrepeso y/o gastritis juvenil, han disminuido el consumo de bebidas y alimentos procesados de bajo contenido nutricional, en especial los refrescos y las frituras, que muchas personas han dado en llamar "comida chatarra".

La industria de alimentos y comerciantes argumenta que no existe la "comida chatarra", sino la "alimentación chatarra". En junio de 2010, la Cámara Nacional de la Industria de Conservas Alimenticias (Canainca) se pronunció en contra de prohibir la venta de alimentos de bajo contenido nutricional en las escuelas para combatir la obesidad infantil, pues la medida afecta a sectores como el de jugos y néctares.

Con el apoyo del profesor, comenten en el grupo los aspectos incluidos en el texto anterior.

Aunque el consumo de antiácidos mitiga algunos síntomas de la acidez estomacal, debemos evitar su empleo frecuente, ya que puede dañar nuestro organismo. La mejor forma de prevenir enfermedades gástricas es una alimentación balanceada. También es importante considerar que el consumo frecuente o excesivo de bebidas con sabor a fruta y los refrescos que contienen ácidos puede provocar acidez estomacal. Es preferible consumir agua simple, que contribuye al buen funcionamiento de nuestros riñones.

## Practica lo aprendido

Para integrar lo que has aprendido, te sugerimos realizar las siguientes actividades:

- Regresa al caso de Lalo al inicio de esta secuencia y realiza los ajustes necesarios a tus respuestas con base en lo que has aprendido.
- Escribe brevemente cuáles son las propiedades de los antiácidos y cómo se pueden verificar experimentalmente con lo que has aprendido en esta secuencia.
- En una cartulina u hoja de rotafolio, elaboren un organizador gráfico (mapa mental, mapa conceptual o el de su preferencia) en el que sinteticen los factores que contribuyen a la aparición de la acidez estomacal.
- Incluyan también información sobre la importancia de una dieta correcta para prevenir los riesgos a la salud por la ingesta frecuente de alimentos ácidos.
- Con el apoyo de su profesor realicen una exposición de sus organizadores gráficos, dirigida a los miembros de la comunidad escolar. Al terminar, soliciten al maestro que evalúe los resultados.

© SANTILLANA



Figura 4.22. En la actualidad, algunas industrias han tomado medidas para desarrollar productos alimenticios con menor contenido calórico.

Algunos representantes de la industria alimenticia y autoridades educativas y sanitarias comentan que la ley solo debe prohibir la venta de los alimentos o productos que atenten contra la salud o la vida de los consumidores con evidencias claras del daño ocasionado. No obstante, se llegó al acuerdo de que la industria de alimentos colabore con las autoridades en el combate a la obesidad reduciendo sales, grasa o carbohidratos en sus productos, pero insisten en que este problema requiere una solución integral (fig. 4.22).

Sea cual fuere la decisión, los gobiernos de los estados acordaron establecer comités que den seguimiento a la operación de tiendas, cooperativas y otras modalidades en cada plantel educativo del país, así como a la preparación, el manejo, el consumo y la venta de alimentos.

## Cierre

# Importancia de las reacciones de óxido y de reducción

## 3.1 Características y representaciones de las reacciones redox

### Inicio

#### Aprendizaje esperado

##### El alumno:

- Identifica el cambio químico en algunos ejemplos de reacciones de óxido-reducción en actividades experimentales y en su entorno.



**Figura 4.23.** Es deber de los automovilistas realizar su verificación vehicular de acuerdo con los calendarios estipulados, pues favorece el cuidado del ambiente.

*Durante sus vacaciones en el Distrito Federal, Saúl acompañó a su tío a la verificación de su automóvil (fig. 4.23). Mientras esperaban a que los atendieran en el verifícentro, su tío le comentó que días antes había llevado a afinar el motor del vehículo.*

*Cuando les tocó su turno, el empleado les solicitó bajar del vehículo y lo condujo hacia la zona de verificación. Después de ingresar algunos datos a una computadora, el empleado colocó un dispositivo en el escape del carro y lo aceleró durante unos minutos.*

*Posteriormente les entregó el automóvil y les indicó avanzar para recoger su documento y que le colocaran su calcomanía. El tío de Saúl salió muy contento y comentó que le habían asignado la calcomanía doble cero.*

- ¿En qué consiste la verificación de los vehículos?
- ¿Por qué es importante verificarlos?
- ¿Tiene algo que ver la verificación con la oxidación y la reducción? Si es así, ¿qué?

### Desarrollo

#### Experiencias alrededor de las reacciones de óxido-reducción

El término **oxidación** se utilizó originalmente para indicar la combinación de sustancias con el oxígeno. En nuestra vida diaria ocurren reacciones de oxidación en diferentes materiales; hemos revisado algunas de ellas en este libro y otras es probable que ya las conozcas. Tal es el caso de las reacciones de combustión y de formación de óxido de hierro(III),  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , en un clavo oxidado, aunque parecen diferentes, ambas son de oxidación.

Recordemos el principio de conservación de la masa: si una sustancia gana oxígeno (se oxida), debe haber otra que lo pierde. Así, una sustancia se **reduce** cuando pierde oxígeno. Una oxidación siempre va acompañada de una reducción. Por ejemplo, en la ecuación de oxidación del hierro:



El elemento que se oxida es el hierro, pues gana oxígeno. La molécula de oxígeno ( $\text{O}_2$ ) se separa en átomos de oxígeno (pierde oxígeno), que se incorporan al hierro para formar el óxido de hierro(III),  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . Así, la molécula de oxígeno se reduce. Esto se llama **reacciones de óxido-reducción** o **reacciones redox**; están presentes en diversos procesos industriales y hechos de nuestra vida diaria. Revisaremos algunas de ellas.

#### La oxidación de las frutas

Una reacción de óxido-reducción que observamos con frecuencia es la que causa el oscurecimiento de las frutas al retirar su cáscara o al partirlas. Cuando esto ocurre, la superficie de las frutas entra en contacto con el oxígeno del aire y en poco tiempo adquiere un color marrón, rojizo o negro. En muchos casos también se modifica su sabor.

El oscurecimiento del aguacate se debe a la acción de las **enzimas** llamadas **polifenoloxidasas**, que incorporan oxígeno a unos compuestos llamados *fenoles*. En consecuencia, se forman las **quinonas**, responsables de los pigmentos en la fruta cortada.

Para retardar la oxidación de una fruta se puede impedir su contacto con el oxígeno o utilizar alguna sustancia conocida como **antioxidante**, como la vitamina C, que forma parte del jugo de limón.

### Conéctate

En el siguiente enlace podrás realizar un experimento virtual sobre las reacciones de elementos metálicos y no metálicos con el oxígeno.  
[objetos.unam.mx/quimica/oxigeno\\_mnm/](http://objetos.unam.mx/quimica/oxigeno_mnm/)  
[Fecha de consulta: 17 de octubre de 2016].

### Con ciencia

**Propósito:** Identificar cómo retrasar el oscurecimiento de las frutas.

#### Materiales:

- 1 pera, manzana, aguacate o plátano
- 1 bolsa de plástico con doble cierre
- 1 cuchillo
- 2 platos
- 1 tabla para picar
- 10 cm de película plástica para envolver alimentos
- 1 limón

#### Reúnete con tu equipo y realicen lo que se indica.

- Pelen la fruta que hayan elegido y córtela en cuatro partes iguales (fig. 4.24).
- Cubran el primer trozo del vegetal con la película plástica.
- Coloquen otro trozo en la bolsa y saquen el aire antes de cerrarla.
- Cubran el otro pedazo con jugo de limón sobre uno de los platos.
- Dejen el último pedazo sobre el otro plato.
- Propongan una hipótesis sobre el orden de oscurecimiento de la fruta.
- Observen lo que sucede y registren el tiempo que tardan en oscurecerse.
- Organicen sus resultados en un cuadro y contesten en su cuaderno:
  - ¿En qué condiciones se presenta mayor oxidación de la fruta? ¿Por qué?
  - ¿Cómo explican lo que ocurrió con el pedazo que colocaron en la bolsa cerrada?
  - ¿Qué sucedió con el trozo con jugo de limón? Propongan una explicación.
  - ¿En cuál o cuáles trozos no ocurrió este fenómeno o tardó más tiempo en presentarse? ¿Cómo lo explican? ¿Se cumplió su predicción?
- Comparen sus resultados y respuestas con las del grupo. Comenten por qué la oxidación de las frutas es un cambio químico y las ventajas de evitar o retardar este fenómeno. Soliciten al profesor que evalúe la actividad.



**Figura 4.24.** Manipulen con precaución el cuchillo para evitar accidentes.



**Figura 4.25.** Los productos de la reacción de oxidación de los metales tienen diferentes propiedades.

## La oxidación de los metales

En objetos elaborados con metales o aleaciones metálicas se da otro caso de reacciones de óxido-reducción. Aunque no todos los metales se oxidan con la misma facilidad, es decir, tienen distinta reactividad, es posible notar la reacción por un cambio de color. Por ejemplo, con el paso del tiempo los productos elaborados con cobre cambian de café rojizo a verdoso; en los de latón (aleación de cobre y zinc), el amarillo brillante se vuelve verde opaco, y en los de hierro se forma un polvo café rojizo (fig. 4.25).

Es probable que estés familiarizado con la oxidación del hierro, ya que muchos objetos están formados de este material: ventanas, herramientas, clavos, bicicletas, rejas, etcétera. La oxidación comienza en la superficie y avanza hacia todo el material; así, lo “destruye” o **corroe**. Esto trae consecuencias económicas en los hogares y la industria.

Si habitas en la costa o has viajado al mar, habrás notado que en esos lugares es más frecuente la oxidación de los metales. Esto se debe, en parte, a las condiciones de humedad atmosférica, pues el agua y el oxígeno disueltos en ella promueven la oxidación (fig. 4.26). Otros factores que intervienen en ello son el incremento de la temperatura, los ácidos y las disoluciones altas en sales, como el agua de mar.

### Con ciencia

**Propósito:** Identificar algunos factores que contribuyen a la oxidación de los metales.

**Materiales:**

- 7 objetos pequeños, metálicos e iguales (cada equipo debe seleccionar uno diferente, por ejemplo clavos)
- 7 frascos pequeños con tapa
- 500 ml de agua
- 100 ml de aceite comestible
- 500 ml de una mezcla de agua con 2 cucharadas de sal
- 2 refrescos de cola de 600 ml
- 500 ml de vinagre blanco
- 500 g de arroz
- Un poco de algodón

**Reúnete con tu equipo y organícense para realizar lo que se menciona:**

- Investiguen el material del que está elaborado el objeto con que trabajará su equipo y registren su apariencia en el cuaderno.
- Etiqueten los frascos del 1 al 7. Coloquen uno de los objetos que les tocó en cada frasco de acuerdo con las condiciones que se describen en el cuadro.

Frasco	Objeto (ejemplo)	Condición
1	Clavo de hierro	Envuelto en algodón en frasco tapado
2	Clavo de hierro	Dentro del frasco destapado
3	Clavo de hierro	Sumergido en agua de la llave en frasco destapado
4	Clavo de hierro	Sumergido en agua previamente hervida y fría. Cubrir el agua con una capa de aceite. Frasco cerrado
5	Clavo de hierro	Sumergido en agua con sal en frasco destapado
6	Clavo de hierro	Sumergido en refresco en frasco desatapado
7	Clavo de hierro	Sumergido en vinagre en frasco cerrado



**Figura 4.26.** Los barcos tienden a deteriorarse rápidamente, lo que puede provocar pérdidas económicas si no se toman las medidas necesarias para evitarlo.

- El objeto del frasco 1 servirá como control o testigo.
- Observen y describan en su cuaderno lo que ocurre con los objetos durante 4 a 5 días. Elaboren en el cuaderno un cuadro como este.

Frasco	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5
1					

Analicen sus resultados considerando preguntas como las que se proponen en seguida.

- ¿Cuál es el propósito del objeto control o testigo?
- ¿Detectaron cambios en todos los frascos? Propongan una explicación.
- ¿En cuál frasco son más evidentes los cambios?
- ¿Cómo explican los cambios que observaron en cada caso?

Comparen sus frascos con los de los demás equipos. Determinen si todos los objetos experimentaron cambios similares en las mismas condiciones. De lo contrario, con la orientación de su maestro, propongan una explicación.

## Los óxidos

En el lenguaje de la química, un óxido es un compuesto formado por oxígeno y otro elemento, metálico o no metálico. En el cuadro 4.1 se describen algunos.

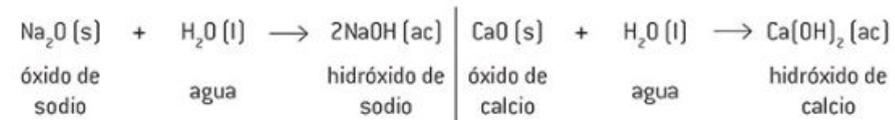
Cuadro 4.1. Fórmulas y uso de algunos óxidos		
Compuesto	Fórmula	Uso
Óxido de calcio	CaO	En la industria de la construcción se conoce como cal.
Óxido de cobre(II)	CuO	Pigmento de cerámicas, abrasivo, en la fabricación de semiconductores y pilas.
Óxido de hierro(III)	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	En la obtención de hierro, como colorante.
Óxido de manganeso	MnO <sub>2</sub>	En la fabricación de colorantes.
Óxido de mercurio	HgO	En pilas, como catalizador, y en fabricación de pintura antisuciedad.
Dióxido de azufre	SO <sub>2</sub>	Antioxidante de frutas y verduras.
Dióxido de silicio	SiO <sub>2</sub>	Forma parte de la arena. Se utiliza para elaborar vidrio, cerámicas y cemento.
Monóxido de carbono	CO	Para devolver a la carne su color rojo característico, en la fabricación de alcohol metílico o metanol.

Los productos de las reacciones del oxígeno con otros elementos tienen muchas aplicaciones y han sido importantes en el desarrollo del conocimiento químico; por ejemplo, en los trabajos de Lavoisier sobre la combustión y la calcinación de los metales, que lo llevaron al principio de conservación de la masa (como vimos en el bloque 1).

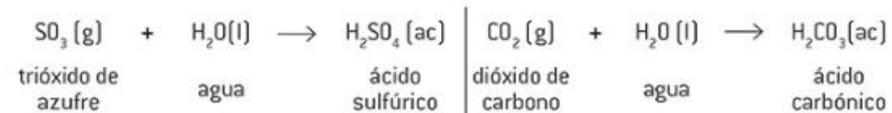
Cuando se clasificaron los elementos en metales y no metales, uno de los criterios que se utilizó fueron las propiedades de los óxidos que forman. Los óxidos metálicos, al combinarse con el agua, forman hidróxidos o bases de Arrhenius (fig. 4.27). Por ejemplo:



**Figura 4.27.** El hidróxido de calcio se utiliza para proteger los árboles de algunas plagas, como los caracoles.



Cuando los óxidos no metálicos se combinan con agua, se forman ácidos. Por ejemplo:



## Con ciencia

Identifica, con la orientación de tu maestro, en el cuadro 4.1 los óxidos metálicos y los no metálicos. Comenta con tu equipo lo siguiente:

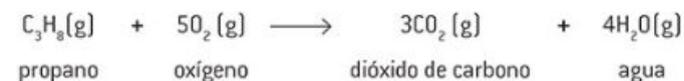
- ¿Cómo se nombran los óxidos metálicos?
- ¿Qué relación encuentran entre el nombre de los óxidos no metálicos y su fórmula?
- ¿Cómo nombrarían al óxido con fórmula NO? ¿Por qué?



**Figura 4.28.** El propano y el butano son los principales componentes del gas LP (licuado de petróleo), que se distribuye en pipas o en tanques de gas.

Las combustiones se diferencian de las reacciones redox (la de los metales o la de las frutas) en que ocurren más rápido y son **exotérmicas**, lo cual significa que se libera una gran cantidad de energía en forma de luz y calor que los seres humanos utilizamos para realizar diversas actividades. El carbón, la madera, el alcohol, la gasolina, el diésel, el metano (gas natural), el propano y el butano son ejemplos de combustibles (fig. 4.28).

Cuando se queman combustibles derivados del petróleo, en general se obtienen como productos dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y agua. Como ejemplo, veamos la ecuación de la reacción del propano (C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>) con el oxígeno:



A diferencia del propósito de otras reacciones químicas (obtener nuevas sustancias), el de las combustiones es obtener energía. Sin embargo, cuando se queman combustibles, se generan sustancias que contaminan el ambiente.

El dióxido de carbono contribuye a la acidez natural de la lluvia (pH de 5.6 a 6), ya que en contacto con el agua forma el ácido carbónico, H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>. Pero el incremento de dióxido de carbono en el ambiente y la presencia de otros gases que se emiten cuando se queman combustibles origina la disminución del pH y la formación de la llamada lluvia ácida.

## Lluvia ácida

Este fenómeno provoca la migración o muerte de microorganismos necesarios para el mantenimiento de ecosistemas acuáticos cuando el agua de la lluvia se incorpora a lagos, ríos y lagunas; además origina el desgaste de diversos materiales (fig. 4.29).

El dióxido de azufre, SO<sub>2</sub>, un gas irritante y tóxico (fig. 4.30) favorece la formación de lluvia ácida. Este compuesto se forma cuando se quema carbón, el cual contiene residuos de azufre; también lo emiten de manera natural los volcanes activos. En la atmósfera, el dióxido de azufre reacciona con el oxígeno y se forma trióxido de azufre (SO<sub>3</sub>). En contacto con el agua, este compuesto forma ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>).

El gas natural y el petróleo (a partir del cual se obtienen varios combustibles) igualmente contienen azufre, pero la mayor parte de este elemento se elimina mediante algunos procesos antes de su combustión. Diversos países se han comprometido a reducir las emisiones de dióxido de azufre al quemar carbón, retirando antes el azufre. Sin embargo, el tratamiento es costoso.

Los óxidos de nitrógeno también contribuyen a formar lluvia ácida. En los motores de combustión interna, como los de los automóviles, la gasolina y el oxígeno del aire reaccionan y liberan una gran cantidad de energía. En condiciones normales, el oxígeno y el nitrógeno del aire no reaccionan, pero debido a que se incrementa la temperatura en la cámara de combustión de los motores, se favorece la reacción y se forma el monóxido de nitrógeno (NO). Este gas puede salir por el escape del automóvil u oxidarse dentro del motor o en la atmósfera para formar dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>).

En contacto con el agua, el dióxido de nitrógeno forma ácido nítrico y ácido nitroso:



Para disminuir la emisión de contaminantes al aire, en los vehículos automotores se instala un convertidor catalítico que los transforma en productos más amigables con el ambiente. Así, el dióxido de nitrógeno se transforma en nitrógeno gaseoso, y algunos hidrocarburos provenientes de la gasolina, en dióxido de carbono y agua.

Los conceptos de oxidación y reducción se han ampliado y en la actualidad se relacionan con la pérdida y ganancia de electrones; esto lo revisaremos en el siguiente subcontenido.

## Practica lo aprendido

Para finalizar, contesta de nuevo las preguntas de la situación inicial y compara tus respuestas con las originales. Junto con tu equipo, elabora un **cuadro sinóptico** que describa los factores involucrados en las reacciones de oxidación, cómo se ven favorecidas, los tipos de compuestos que se forman en ellas y el cambio químico. Presenta tu cuadro ante el grupo y, con la orientación de tu maestro, realiza las modificaciones que consideres necesarias. Solicita al profesor que evalúe tus resultados y te proponga que realizar con el fin de que puedas mejorar tu desempeño.



**Figura 4.29.** En diciembre de 1953, el SO<sub>2</sub> emitido por las chimeneas de Londres causó la muerte de alrededor de cuatro mil personas.



**Figura 4.30.** La lluvia ácida acelera el deterioro de materiales de construcción como la roca arenisca, la piedra caliza y el mármol.

## Cierre

## 3.2 Número de oxidación

### Inicio

#### Aprendizajes esperados

##### El alumno:

- 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.



Figura 4.31. La plata tiende a mancharse con el tiempo debido a una reacción redox.

Minutos antes de la boda de su hermana, Claudia alistaba los últimos detalles. Abrió la caja donde guardaba su collar de plata y se alarmó al ver los aretes que hacían juego: tenían unas manchas negras que opacaban el color original (fig. 4.31). Corrió con su mamá para explicarle lo sucedido y le pidió prestados otros aretes.

Con tranquilidad, su mamá sacó un frasco con líquido "limpiador" de joyería y sumergió los aretes por unos segundos. Poco a poco volvieron a brillar y las partes negras desaparecieron casi por completo. Sorprendida y sin entender del todo lo que vio, Claudia abrazó a su mamá dándole las gracias. Al fin pudieron irse a la ceremonia.

- ¿Cómo explicas la formación de manchas en los aretes de plata?
- ¿Qué tipo de sustancias utilizan tú o algún miembro de tu familia para eliminar este tipo de manchas?
- ¿Se puede usar cualquier sustancia para limpiar los metales oxidados? ¿Por qué?

### Desarrollo



Figura 4.32. En la reacción de oxidación del cobre, este metal pierde electrones, por lo que se oxida. El oxígeno se reduce, pues gana los electrones.

## El número de oxidación

Ya vimos que la oxidación ocurre cuando una sustancia se combina con el oxígeno y que una reducción implica la pérdida de oxígeno. Recordarás también que una oxidación siempre va acompañada de una reducción. Pero los conceptos de oxidación y reducción se asocian además con la pérdida y ganancia de electrones. Un elemento se **oxida** cuando pierde o cede electrones, mientras que el que los gana se **reduce** (fig. 4.32).

¿Cómo identificamos el elemento que se oxida y el que se reduce? La comunidad científica acordó asignar un **número de oxidación** (Nox) a cada elemento. Este número indica la cantidad de electrones que podría ceder o aceptar un elemento al formar un compuesto. Es importante tener en cuenta que en los compuestos covalentes, los átomos no ceden ni aceptan electrones, sino que los comparten.

El número de oxidación se acompaña de un signo positivo o negativo que indica que el átomo ha cedido o ganado un electrón respectivamente. Por ejemplo, el número de oxidación del hidrógeno es  $1+$  e indica que ha perdido un electrón. El del oxígeno es  $2-$  y señala que ganó dos electrones. Pero ¿cómo identificamos el número de oxidación de un elemento? La ubicación de los mismos en la tabla periódica nos es útil para responder esta pregunta.

## La tabla periódica y los números de oxidación

El lugar que ocupan los elementos en la tabla periódica permite identificar los números de oxidación más frecuentes de algunos de ellos (fig. 4.33).

1	1+																			18
1	1	2													3+	4+	3-	2-	1-	0
2	1+	2+													5	6	7	8	9	10
3	1+	2+													3+					1-
	11	12	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		
4	1+	2+													3+					1-
	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36		
5	1+	2+													3+					1-
	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54		
6	1+	2+													3+					1-
	55	56	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86		
7	1+	2+																		
	87	88	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112								

Figura 4.33. Números de oxidación más frecuentes de algunos elementos químicos.

Como puedes observar en la tabla, el número de oxidación de los elementos de los grupos 1 y 2 corresponde al número de grupo con signo positivo. Esto se relaciona con la cantidad de electrones que ceden y la carga de los iones que forman; los elementos del grupo 1 pierden un electrón, y los del grupo 2, dos electrones.

Los elementos del grupo 17 forman iones con carga  $1-$ , ya que solo necesitan un electrón para completar su capa de valencia con ocho. Su número de oxidación es  $1-$ . Algunos elementos tienen más de un número de oxidación, lo cual significa que pueden formar compuestos en los que intercambien diferente cantidad de electrones. Tal es el caso del nitrógeno, que puede tener los números de oxidación  $3-$ ,  $1+$ ,  $2+$ ,  $3+$ ,  $4+$  y  $5+$ .

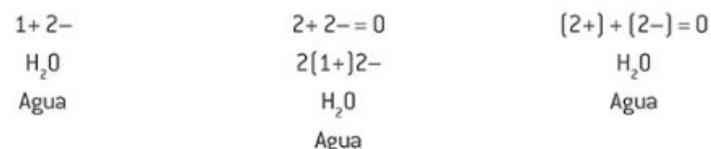
Las reglas para asignar los números de oxidación (Nox) son sencillas:

1. El número de oxidación de cualquier elemento sin combinar (cuando no forma algún compuesto) es **cer**o. Esto es válido sin importar su estado de agregación, si se encuentra como átomo o como molécula. Por ejemplo, los átomos de metales como el cobre (Cu), el zinc (Zn) y el hierro (Fe), así como las moléculas de elementos gaseosos como el hidrógeno (H<sub>2</sub>), el oxígeno (O<sub>2</sub>) y el nitrógeno (N<sub>2</sub>) tienen número de oxidación cero.
2. El número de oxidación del hidrógeno cuando forma compuestos es  $1+$ , pues solo puede perder su único electrón de valencia. Pero cuando está unido a un metal, su número de oxidación es  $1-$ , pues se considera que gana un electrón. Estos compuestos se conocen como hidruros metálicos, por ejemplo, el hidruro de sodio (NaH).
3. El oxígeno tiene número de oxidación  $2-$ ; esto significa que recibe o gana dos electrones, excepto cuando forma peróxidos, como en el agua oxigenada o peróxido de hidrógeno, en los cuales su Nox es  $1-$ .
4. El número de oxidación de un ion es igual a su carga. Por ejemplo, el Nox del ion sodio (Na<sup>1+</sup>) es  $1+$  y el del ion cloruro (Cl<sup>1-</sup>) es  $1-$ .
5. En un compuesto, la suma de los números de oxidación de los **elementos** que lo forman debe ser siempre **cer**o. El Nox considera solo a uno de los átomos o iones que constituyen el compuesto, por lo que si existen más, debe multiplicarse su cantidad por el número de oxidación. Por citar un caso, en el agua el número de oxidación del oxígeno es  $2-$  y el del hidrógeno es  $1+$ . Como existen dos hidrógenos, se multiplica  $2 \times (1+) = 2+$ . La suma de  $2+$  del hidrógeno y el  $2-$  del oxígeno es igual a cero.

### Conéctate

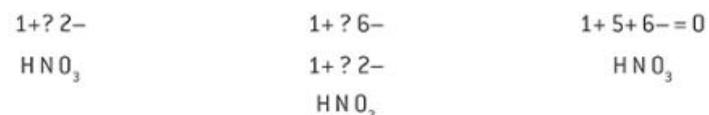
Para practicar la asignación de número de oxidación a los elementos que forman un compuesto, consulta la siguiente página: [objetos.unam.mx/quimica/estadosOxidacion/](https://objetos.unam.mx/quimica/estadosOxidacion/) [Fecha de consulta: 17 de octubre de 2016].

Si quieres profundizar en el tema de electrones observa este video: "El electrón activo" en "El mundo de la química", vol. 8, en *El video en el aula. Acervo y usos didácticos de la videoteca escolar. Educación secundaria. SEP, México, 1996.*



6. Los números de oxidación de elementos distintos del hidrógeno y del oxígeno se pueden calcular de tal modo que la suma total para el compuesto sea cero. Por ejemplo, para el ácido nítrico, HNO<sub>3</sub>, sabemos que el Nox del hidrógeno es 1+ y el del oxígeno es 2-. Con base en estos Nox se calcula el número de oxidación del nitrógeno.

Este compuesto se encuentra formado por 1 átomo de hidrógeno, 1 de nitrógeno y 3 de oxígeno. Por tanto, debemos multiplicar el número de oxidación del oxígeno por 3. Para que la suma de las cantidades positivas y negativas sea cero, el número de oxidación del nitrógeno debe ser 5+.



## Con ciencia

Con base en las reglas anteriores, identifica el número de oxidación de los elementos en los siguientes compuestos y contesta en el cuaderno.

- HCl
- Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>
- H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>
- ¿Cómo compruebas que tu asignación de números de oxidación es correcta?
- ¿Qué indica un número de oxidación positivo?, ¿y uno negativo?

Compara tus respuestas y resultados con los del grupo y, con la orientación de tu maestro, reflexionen sobre la diferencia entre el número de oxidación y la valencia.

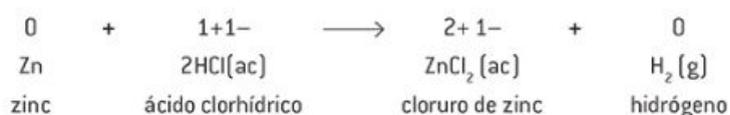


**Figura 4.34.** Cuando se introducen granallas [porciones pequeñas o granos de metal] de zinc en una disolución de ácido clorhídrico se observa que el zinc se disuelve y se forman burbujas que indican el desprendimiento de hidrógeno gaseoso.

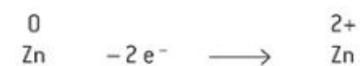
### ¿Se oxida o se reduce?

Con los números de oxidación se pueden identificar los elementos que pierden y ganan electrones en una reacción. Para ello se debe partir de la ecuación química ajustada de tal forma que represente de manera adecuada el cumplimiento de la ley de la conservación de la masa, así como asignar los Nox a cada elemento, tanto en los reactivos como en los productos.

Una reacción entre un metal y un ácido es la del zinc con el ácido clorhídrico (fig. 4.34):



Primero se identifican los elementos que cambian su número de oxidación: zinc e hidrógeno. Luego se escribe una "semirreacción" para cada elemento y los electrones "transferidos". El zinc cambia su número de oxidación de 0 a 2+, al perder dos electrones:

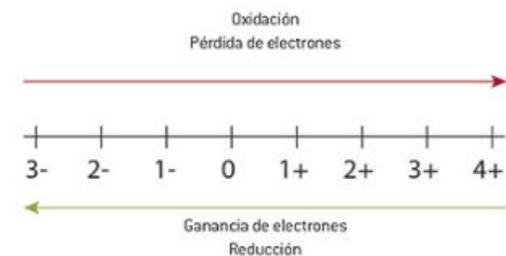


El hidrógeno cambia su número de oxidación de 1+ a 0, lo cual indica que ganó un electrón:



Ahora se identifica cuál de los elementos se oxida y cuál se reduce. Cuando un elemento se **reduce, gana** electrones y su número de oxidación disminuye. Si el elemento se **oxida, pierde** electrones y aumenta su número de oxidación (fig. 4.35).

En nuestro ejemplo, el zinc perdió 2 electrones y disminuyó su número de oxidación de 0 a 2+; es el elemento que se oxida. El átomo de hidrógeno ganó un electrón, por tanto, se reduce. Sin embargo, el zinc perdió dos electrones y el hidrógeno solo ganó uno. ¿Dónde quedó el otro? Si revisas la ecuación inicial, en los reactivos intervienen dos moléculas de HCl; por ello sabemos que existen dos átomos de hidrógeno y cada uno ganó un electrón (en total son dos).



**Figura 4.35.** Los valores en la recta corresponden a los números de oxidación.

## Las reacciones redox en la vida cotidiana y en la industria

La presencia del oxígeno en la atmósfera favorece diversas reacciones redox en nuestro planeta. Pero la atmósfera inicial de la Tierra no contenía oxígeno, sino helio e hidrógeno. Muchos años después de la aparición de los primeros seres vivos fotosintéticos la atmósfera se enriqueció con el oxígeno, indispensable para que se realice la respiración aeróbica, un proceso fundamental para la existencia de la vida.

### La respiración

El proceso de respiración involucra una gran variedad de reacciones químicas **catalizadas** por **enzimas**, cuyo propósito principal es obtener energía a partir de la glucosa. Se trata de un proceso aeróbico, es decir, que requiere oxígeno (fig. 4.36). De manera muy simplificada, se pueden considerar tres etapas durante la respiración.

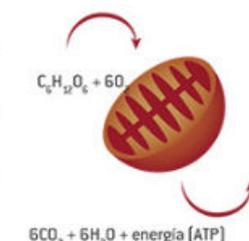
En la primera etapa, la glucosa se rompe y se forman dos moléculas de un compuesto formado por tres átomos de carbono. En la segunda, estos compuestos se oxidan y se forman seis moléculas de dióxido de carbono, CO<sub>2</sub>. En la tercera, ocurren varias reacciones redox, y se transfieren electrones de una sustancia a otra hasta que son captados por el oxígeno del aire que inhalamos. Este elemento reacciona con átomos de hidrógeno y así se da la formación del agua.

La energía producida durante las reacciones anteriores [la mayor cantidad durante la tercera etapa] se almacena en los enlaces de una sustancia llamada adenosín trifosfato, más conocida como ATP. Tal energía está disponible para usarse en varios procesos del organismo. La ecuación que resume los cambios que ocurren durante la respiración es:

## Glosario

**catalizar.** Provocar, favorecer o acelerar el desarrollo de una reacción o de un proceso.

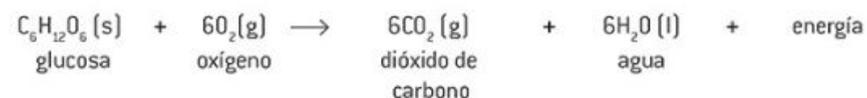
**enzima.** Proteína que genera cambios, reacciones o procesos químicos, por lo general acelerándolos.



**Figura 4.36.** La respiración celular ocurre en las mitocondrias.



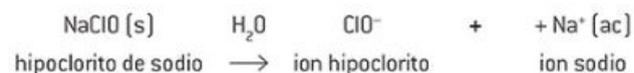
Figura 4.37. Los blanqueadores no quitan las manchas, solo las decoloran.



La respiración consiste en la oxidación lenta y controlada de sustancias, como los carbohidratos, mediante la cual los seres vivos obtenemos la energía que requerimos.

## Los blanqueadores

Cuando se lava la ropa en casa y se usan jabones o detergentes, pero persisten algunas manchas, es probable que se utilice un blanqueador para desmanchar. Los blanqueadores comerciales de uso más común son disoluciones acuosas de hipoclorito de sodio, NaClO (fig. 4.37). En contacto con el agua, este compuesto se separa en los iones sodio e hipoclorito, como se muestra a continuación.



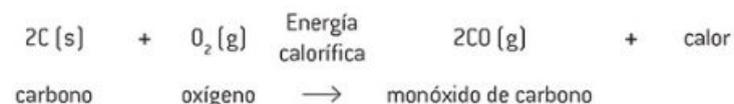
El oxígeno del ion hipoclorito reacciona con las sustancias coloridas de la mancha y se forman productos oxidados incoloros. Como el hipoclorito de sodio mata los microorganismos, también se utiliza para hacer potable el agua.

## La metalurgia

Pocos metales existen como elementos en la Naturaleza, la mayoría debe obtenerse a partir de compuestos conocidos como minerales y óxidos. La ciencia que estudia la obtención de los metales a partir de los minerales, así como la comprensión y modificación de sus propiedades es la **metalurgia**, y **siderurgia**, si se trata del hierro.

En los procesos de fabricación y aprovechamiento de los metales ocurren diversas reacciones redox. Para obtener acero, una aleación principalmente de hierro y carbono, se añaden elementos como cromo y níquel con el fin de conseguir diferentes propiedades y calidades (fig. 4.38). El primer paso para fabricar acero es obtener el hierro a partir de minerales como la hematita, constituida principalmente por óxido de hierro(III), Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Este mineral se quema en altos hornos (fig. 4.39) en presencia de coque (un mineral rico en carbono) y piedra caliza o carbonato de calcio, CaCO<sub>3</sub>.

El coque se utiliza como combustible hasta alcanzar la temperatura necesaria para fundir el mineral y obtener monóxido de carbono, CO. El carbonato de calcio se emplea como fuente adicional de monóxido de carbono. ¿Puedes imaginarte las reacciones en estos procesos? Algunas se detallan a continuación.



El CO se utiliza para reducir la hematita y obtener el metal:

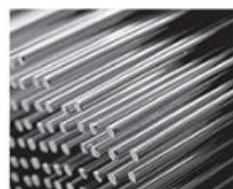
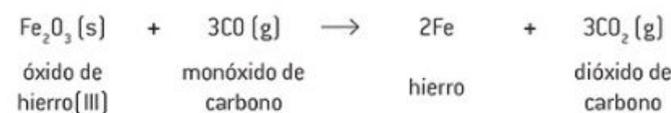


Figura 4.38. El acero inoxidable, además de hierro, contiene menos de 0.8% de carbono, al menos 11% de cromo, y níquel como segundo elemento de la aleación, de acuerdo con INDURA, soluciones tecnológicas con gases y soldaduras, Manual. Aceros inoxidables, 2010.



Figura 4.39. Los altos hornos tienen una altura superior a los 60 m y un diámetro que sobrepasa los 8 m. Pueden producir entre 800 y 1 600 toneladas de hierro con carbono y azufre (arrabio) cada 24 horas.



## Las pilas y baterías

Las reacciones redox pueden utilizarse para generar energía eléctrica, aprovechando los electrones que se transfieren durante la reacción a través de un circuito eléctrico, lo cual produce una corriente que puede hacer funcionar algún dispositivo como un foco o un motor. Estos circuitos se llaman celdas voltaicas (fig. 4.40). Las baterías son celdas voltaicas comerciales y las hay de muchos tipos, por lo que las reacciones redox son muy variadas. Uno de sus problemas es que contaminan al desecharlas, por eso debemos contribuir a su uso racional y reciclaje. De preferencia, usa baterías recargables.

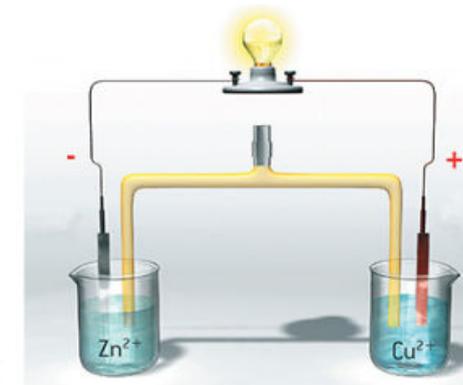


Figura 4.40. En las celdas voltaicas un elemento se oxida y libera electrones que se transfieren a lo largo del circuito eléctrico.

## Practica lo aprendido

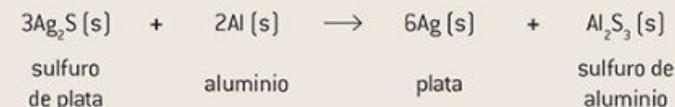
Sigue el procedimiento con tu equipo.

### Materiales:

- 200 ml de agua
- 2 cucharadas de bicarbonato de sodio
- 1 pocillo de 500 ml de capacidad
- 1 charola de aluminio
- 1 objeto de plata pequeño que esté oscurecido (un arete o un anillo) y que no tenga incrustaciones de piedra o de plástico

### Procedimiento:

- Coloquen el agua en el pocillo y disuelvan el bicarbonato. Con precaución, calienten la mezcla a ebullición y retírenla de la fuente de calor.
- Coloquen el objeto de plata en la charola y viertan con cuidado la disolución de bicarbonato hasta que lo cubra. Esperen a que ocurra algún cambio y registren sus resultados en el cuaderno.
- Consideren la siguiente ecuación, con el fin de que analicen sus resultados:



- Asignen los números de oxidación a cada elemento y respondan en su cuaderno:
  - ¿Qué tipo de reacción ocurrió?, ¿cómo lo saben?
  - Analicen la transferencia de electrones en la ecuación y determinen cuál elemento se oxida y cuál se reduce.
  - ¿Qué compuesto es responsable del oscurecimiento de la plata?
  - ¿Qué le dirías a quien piensa que la plata se oscurece porque forma un óxido?

Reflexionen sobre la ventaja de este método sobre los productos abrasivos en los que se talla el material. Pidan al profesor que los evalúe.

## Cierre

# Proyectos

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

### Aprendizajes esperados

#### El alumno:

- 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.

Ha llegado el momento de integrar los conocimientos, las habilidades y las actitudes que desarrollaste y fortaleciste durante cada uno de los temas que conforman este bloque. Te proponemos algunas ideas que pueden servirte para tu cuarto proyecto del curso, desarrollando alguna de las siguientes preguntas o eligiendo otras relacionadas:

- ¿Cómo evitar la corrosión?
- ¿Cuál es el impacto de los combustibles y posibles alternativas de solución?

El primer tema se refiere al fenómeno de la corrosión, que deteriora los materiales ocasionando diversos problemas, pues afecta estructuras metálicas como ventanas, piezas de vehículos, herramientas, llaves de agua, calentadores, maquinaria ligera y pesada, etcétera. Este desgaste también se presenta en puentes, torres de electricidad, barcos, tuberías y recipientes industriales.

La reparación o sustitución de estas piezas es costosa y genera no solamente pérdidas económicas, sino que puede ocasionar otros problemas como fugas, incendios e inundaciones, por lo cual es importante considerar acciones preventivas que comienzan por el conocimiento de las causas que producen la corrosión (fig. 4.41).



**Figura 4.41.** La corrosión se presenta en diversos objetos que se usan en la vida diaria.

La segunda situación trata un problema importante relacionado con el impacto de los combustibles en el ambiente y nuestra forma de vida. Existen tres principales tipos de combustibles que proveen al ser humano de casi la totalidad de la energía que produce: leña, carbón y petróleo, este último es un recurso natural no renovable (fig. 4.42).

Puesto que las reservas de petróleo se están agotando, diversos sectores de la economía buscan otras opciones que sirvan como fuentes de energía: nuclear, solar o eólica, así como la biomasa o el etanol a partir de la caña de azúcar o almidón de maíz. Recuerda que las situaciones planteadas son sugerencias. Con tu equipo puedes optar por tomarlas como ideas para elaborar tus propias preguntas o a partir de ellas desarrollar un tema relacionado con el contenido de este bloque que les llame más la atención.



**Figura 4.42.** Los pozos petroleros en el mar han ocasionado graves problemas ambientales, como el derrame en el Golfo de México en abril de 2010, ocurrido cerca de las costas del sureste de los EUA, desde Luisiana hasta Alabama y Mississippi.

## Con ciencia

Para comenzar a resolver un problema es necesario que revises los contenidos relacionados con el contexto general de la pregunta inicial. Recuerda complementar tu trabajo con lo que consideres importante junto con tu equipo. Es esencial que todos estén de acuerdo en lo que se va a realizar.

### Etapa 1. Planificación

#### La elección del tema

Para empezar, integren un equipo de trabajo. Después decidan qué proyecto desarrollar. Platiquen y expongan los puntos de vista de cada integrante. Conversen sobre su experiencia durante los proyectos anteriores para identificar las dificultades y sus experiencias exitosas.

Comenten lo que saben acerca de los temas sugeridos o sobre uno que sea de su interés. En el primer proyecto es fundamental conocer algunos materiales que sufren los efectos de la corrosión y el tipo de mantenimiento que requieren para durar más tiempo sin deteriorarse. Para el proyecto 2 diserten sobre los combustibles que conocen, los usos que les dan, los problemas ambientales asociados a su empleo, los recursos energéticos que han utilizado diferentes culturas y las medidas tomadas en México y otros países para mitigar su impacto.

Si lo creen necesario, hagan una breve búsqueda de información para tomar una decisión con conocimiento de causa. A continuación exponemos ejemplos de preguntas que pueden guiar su proyecto, pero pueden elegir otras:

#### Proyecto ¿Cómo evitar la corrosión?

- ¿Cuáles son los factores ambientales que provocan la corrosión y por qué?
- ¿Qué problemas causa la corrosión en mi vida diaria, en la construcción y en la industria (fig. 4.43)?
- ¿Qué clase de problemas ambientales puede ocasionar la corrosión?
- ¿Qué métodos hay para prevenir o controlar el deterioro de los metales? ¿En qué se basan?



**Figura 4.43.** La corrosión debilita las estructuras y provoca que se derrumben más fácilmente durante un terremoto.



**Figura 4.44.** Algunos automóviles utilizan hidrógeno como fuente de energía.

**Proyecto** ¿Cuál es el impacto de los combustibles y sus posibles alternativas?

- ¿Cuánta cantidad de energía en forma de calor se libera al quemar diferentes tipos de combustibles?, ¿de qué manera se aprovecha?
- ¿Cuáles son los principales problemas ambientales asociados al uso de los combustibles en la actualidad?
- ¿Piensas que es importante encontrar alternativas para los combustibles que hoy se emplean (fig. 4.44)? ¿Por qué?
- ¿Sobre qué base se deberían desarrollar dichas alternativas?

Los dos temas atienden problemas de trascendencia social y económica, lo cual se presta para desarrollar un proyecto de tipo ciudadano.

Como deben poner en juego lo que han revisado durante el estudio de este bloque y los anteriores, sugerimos identificar la información y las actividades relacionadas con el tema que eligieron. Por ejemplo, ¿qué tipo de reacciones químicas están involucradas en la corrosión?; ¿qué productos se obtienen de la combustión?; ¿qué problemas ambientales provocan?

Al igual que en los otros proyectos, primero formulen las preguntas que guiarán su investigación y luego planteen la hipótesis que aceptarán o rechazarán al final del proyecto. Aprovechen su experiencia en estas actividades y consulten con su profesor si tienen dudas.

## Con ciencia

Entre las actividades que deberán realizar para concretar el proyecto, además de buscar y seleccionar información, se encuentran organizarla y analizarla; realizar un experimento si es pertinente; elaborar modelos, diagramas o dibujos para explicar algunas reacciones o procesos. También pueden elegir imágenes para apoyar la información, tomar fotografías o grabar videos (fig. 4.45).



**Figura 4.45.** La planeación del trabajo consiste en anticipar qué acciones se llevarán a cabo, para qué, cómo, cuándo y con qué recursos (materiales y humanos), con el fin de realizar el trabajo de una manera ordenada, sistemática y eficiente.

En el proyecto sobre la corrosión pueden realizar un experimento que muestre algún proceso que ayude a prevenirla; mientras que en el de los combustibles pueden elaborar un cuadro que permita analizar las ventajas y desventajas del uso de fuentes alternas de energía.

Definan el tiempo que destinarán a cada actividad y distribúyanse las tareas entre los integrantes del equipo. Reúnanse para compartir y analizar los detalles de su trabajo. Con el fin de que se organicen mejor, sugerimos que elaboren un cuadro con las actividades, el tiempo para desarrollarlas y el responsable de cada una. También pueden hacer un cronograma.

Recuerden incluir como actividades la elaboración del informe escrito y la presentación de resultados. El informe les será útil para sistematizar la información. Si escogen un proyecto ciudadano, prevengan la manera de compartir los resultados con los miembros de su comunidad: una dramatización, una historieta, un tríptico, un cartel, una mesa redonda, un debate, etcétera. Es pertinente no dejar para el final la realización de estos productos.

Para tener éxito, es necesario que todos los miembros del equipo se involucren y cumplan con las actividades en los tiempos asignados. Al final de cada etapa dediquen un momento a evaluar sus avances individuales y de equipo, las dificultades y cómo las resolvieron, así como sus aciertos.

## Con ciencia

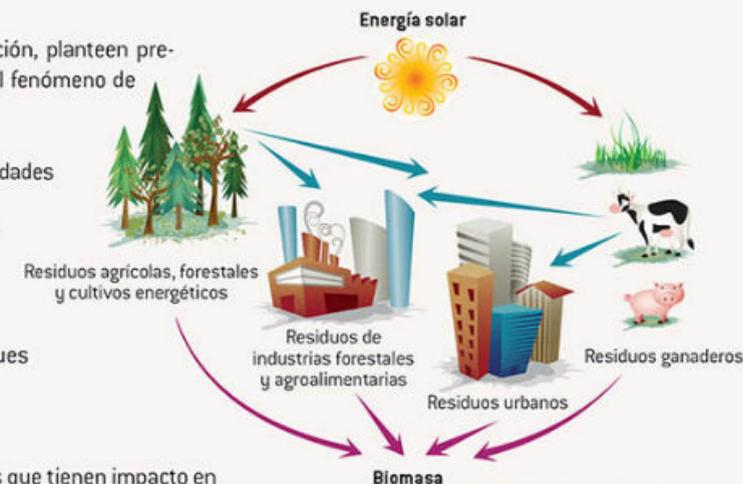
Para valorar el trabajo individual, pueden utilizar preguntas como estas:

- ¿Tienes clara la pregunta o las preguntas que guiarán la investigación?
- ¿Investigaste sobre fuentes de energía alternas?, ¿cuál te llamó la atención y por qué?
- ¿Es adecuada la hipótesis? ¿Por qué?
- ¿Estás de acuerdo con la elección de las actividades, la manera en que las distribuyeron y los tiempos para realizarlas? ¿Por qué? ¿Ya lo manifestaste?
- ¿Ya pensaste qué hacer para compartir la experiencia con la escuela o comunidad?
- ¿Te sientes a gusto con el equipo? ¿Por qué? De no ser así, ¿qué propones?

## Etapa 2. Desarrollo

Con el fin de agilizar la búsqueda de información, planteen preguntas concretas, por ejemplo, para el caso del fenómeno de la corrosión:

- ¿Por qué es más grave la corrosión en comunidades ubicadas en las costas?
- ¿Cómo proteger de la corrosión los marcos de ventanas fabricadas con hierro?
- ¿Qué otros materiales podemos utilizar?
- ¿Qué métodos se usan para proteger de la corrosión los barcos, las tuberías y los tanques metálicos ubicados bajo tierra?



**Figura 4.46.** La biomasa se obtiene de residuos de origen orgánico y, a partir de ella, se puede producir energía.

Para el proyecto de los combustibles:

- ¿Cuál es el uso principal de los combustibles que tienen impacto en la calidad del aire?
- ¿Qué fuentes alternativas de energía se usan hoy en distintas partes del mundo?
- ¿Qué alternativas existen?
- ¿Qué investigaciones se han hecho acerca de la biomasa o el etanol como fuentes alternas de combustible? ¿Qué aplicaciones podrían tener (fig. 4.46)?

Sería ilustrativo entrevistar a personas que laboran en talleres o industrias donde se realizan procesos para prevenir la corrosión (fig. 4.47), así como en instituciones relacionadas con el petróleo y sus derivados, como Petróleos Mexicanos (Pemex), el Instituto Mexicano del Petróleo (IMP), refinerías y empresas dedicadas a la fabricación de las llamadas "energías limpias".



**Figura 4.47.** El galvanizado es un proceso muy común para proteger los materiales de la corrosión.

Definan las fuentes de información que van a consultar: libros de química, revistas de divulgación científica, periódicos, Internet, videos y documentales. Sobre la corrosión pueden revisar [Fecha de consulta: 17 de octubre de 2016]:

Ávila, Javier y Joan Genescá (1986). *Más allá de la herrumbre I y II*, La ciencia para todos núm. 9, FCE/SEP, México. Versiones digitales:

[bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen1/ciencia2/09/htm/masalla.htm](http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen1/ciencia2/09/htm/masalla.htm)  
[bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen2/ciencia3/079/htm/masalla2.htm](http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen2/ciencia3/079/htm/masalla2.htm)

Van Cleave, Janice (2004). *Química para niños y jóvenes. 101 experimentos súper divertidos*, Biblioteca científica para niños y jóvenes, Limusa Wiley, México.

#### Corrosión

[www.uv.mx/cienciahombre/revistae/vol20num2/articulos/corrosiongoo.gl/5KkZFS](http://www.uv.mx/cienciahombre/revistae/vol20num2/articulos/corrosiongoo.gl/5KkZFS)

#### La lucha contra la corrosión

[www.astm.org/SNEWS/SPANISH/SPND14/bassett\\_spnd14.html](http://www.astm.org/SNEWS/SPANISH/SPND14/bassett_spnd14.html)

*Sobre combustibles y cuidado ambiental* [Fecha de consulta: 17 de octubre de 2016]:

Chow P., Susana (1987). *Petroquímica y sociedad*, La ciencia para todos núm. 39, FCE/ SEP, México. Versión digital:  
[bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen1/ciencia2/39/html/petroqui.html](http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen1/ciencia2/39/html/petroqui.html)

Consejos sobre ahorro de energía en tu automóvil.

[www.gob.mx/conuee/acciones-y-programas/consejos-sobre-ahorro-de-energia-en-tu-automovil](http://www.gob.mx/conuee/acciones-y-programas/consejos-sobre-ahorro-de-energia-en-tu-automovil)

Gasque, Laura (2002). "El hidrógeno, energético del futuro", *¿Cómo ves?*, año 4, núm. 93.

Rivera, Miguel Ángel (1999). "Más allá del efecto invernadero", *¿Cómo ves?*, año 1, núm. 5.

#### Combustibles alternativos

[www.latam.discovery.com/motores/imagenes/guia-de-combustibles-alternativos/](http://www.latam.discovery.com/motores/imagenes/guia-de-combustibles-alternativos/)

*Alternativas energéticas para combatir el cambio ambiental global.*

[www.inecc.gob.mx/descargas/cclimatico/2012\\_est\\_nal\\_cc.pdf](http://www.inecc.gob.mx/descargas/cclimatico/2012_est_nal_cc.pdf)

*Los biocombustibles*, [www.comoves.unam.mx/numeros/articulo/123/los-biocombustibles](http://www.comoves.unam.mx/numeros/articulo/123/los-biocombustibles)

*Efecto invernadero, cambio climático y calentamiento global*

[www.revista.unam.mx/vol.8/num10/art78/int78.htm](http://www.revista.unam.mx/vol.8/num10/art78/int78.htm)

[fundacionunam.org.mx/ecologia/malos-entendidos-acerca-del-calentamiento-global/](http://fundacionunam.org.mx/ecologia/malos-entendidos-acerca-del-calentamiento-global/)

[www.sustentabilidad.ipn.mx/ES/Documents/Folletos/2012/2012\\_Folleto\\_Carlos\\_Gay.pdf](http://www.sustentabilidad.ipn.mx/ES/Documents/Folletos/2012/2012_Folleto_Carlos_Gay.pdf)

## Con ciencia

Una manera útil de organizar la información es elaborar fichas en tarjetas o en archivos electrónicos, en las que pueden escribir un resumen y los datos de la fuente consultada, entre otras cosas. Después analicen la información y elijan la que consideren más adecuada para responder sus preguntas, así como para realizar un experimento relacionado con el tema de su proyecto si determinaron desarrollar uno.

Pidan a su profesor que los oriente sobre el diseño de su experimento, los cuidados en el manejo y desecho de las sustancias. De preferencia, utilicen materiales baratos y de fácil adquisición.

Averigüen qué materiales hay en su escuela y realicen el experimento con la supervisión de su profesor. Registren sus observaciones y resultados. Hagan dibujos y diagramas de lo que sucede. Si es posible, tomen fotografías. Al finalizar, escriban un informe del trabajo experimental. Avancen en la elaboración de los productos que utilizarán para comunicar sus resultados y elaboren su informe escrito. Al término, revisen aspectos como estos:

- ¿Ya cuentan con la información necesaria para contestar las preguntas que guían su proyecto? ¿Qué les falta? ¿Qué van a hacer para conseguirla?
- ¿Tuvieron algún contratiempo para realizar su experimento?, ¿cuál?
- ¿Cubre el informe de su experimento los requisitos acordados?
- ¿Qué información e imágenes utilizarán en su presentación ante el grupo?
- ¿Cómo ha sido la participación de cada miembro del equipo?

## Etapa 3. Comunicación

Consiste en presentar sus resultados y conclusiones ante el grupo y, si es el caso, ante la comunidad donde viven (fig. 4.48). Para realizarla, utilicen el informe elaborado. Definan y elaboren algún producto para compartir su proyecto. Elijan el foro adecuado. Si realizan una exposición, utilicen carteles o, si es posible, una presentación electrónica con la información más relevante en textos breves apoyados con imágenes. Usen un lenguaje accesible.

Ensayen su exposición y ajústela al tiempo acordado. Platiquen con el profesor la posibilidad de realizar el experimento durante su presentación; si no es posible, elaboren dibujos y diagramas para describirlo. Si eligieron el proyecto sobre la corrosión, expliquen algunas ecuaciones de las reacciones involucradas en los métodos para prevenirla y ejemplifiquen con materiales corroídos; si hicieron el otro proyecto, incluyan sugerencias para aprovechar mejor los combustibles con un menor impacto en el ambiente.

Todos los miembros del equipo deben participar en la presentación y estar preparados para responder las preguntas y dudas que surjan. Eviten leer la información que incluyeron en sus carteles o presentaciones electrónicas. Anticipen la manera en que conocerán la opinión de los asistentes. Al final, pídanles que, en un ambiente de respeto, evalúen su presentación y hagan comentarios para mejorarla. Tomen nota de lo que les digan.

## Etapa 4. Evaluación

Comenten en equipo los resultados y la presentación. Usen como guía preguntas similares:

- ¿Cómo se sintieron durante su presentación ante el grupo?
- ¿Cuáles fueron los comentarios de su profesor sobre el informe de su trabajo?
- ¿Qué hicieron para llamar la atención de la audiencia?
- ¿Pudieron contestar todas las preguntas? De no ser así, ¿a qué lo atribuyen?
- ¿Qué comentarios expresaron los miembros de su comunidad sobre el trabajo?
- ¿Qué nuevas experiencias adquirieron durante el desarrollo de este proyecto?
- Lo aprendido con la experiencia, ¿les permitirá mejorar en trabajos futuros? ¿Por qué?

Evalúen sus experiencias individuales y en equipo. Propongan cómo mejorarlas. Reúnanse con su profesor y evalúen su trabajo (individual y de equipo).



**Figura 4.48.** Para evitar retrasos en su trabajo, es preciso que se coordinen muy bien entre todos y ayuden a sus compañeros de equipo en caso necesario. Así podrán entregar su informe en tiempo y forma.

### Conéctate

Para conocer más sobre los combustibles alternativos revisa el siguiente enlace.  
[xml.ier.unam.mx/xml/se/pe/NUEVAS\\_ENERG\\_RENOV.pdf](http://xml.ier.unam.mx/xml/se/pe/NUEVAS_ENERG_RENOV.pdf)  
[Fecha de consulta: 17 de octubre de 2016].

# Evaluación del bloque 4

## Calentamiento sin flama

**E**n algunos botiquines de emergencias hay bolsas de plástico para preparar compresas calientes que son útiles para proporcionar primeros auxilios a deportistas y atletas que sufren un golpe o determinadas lesiones.

Algunas de estas compresas constan de una bolsa de plástico que contiene polvo o cristales de una sustancia, como el cloruro de calcio pulverizado ( $\text{CaCl}_2$ ), y otra bolsa con agua. Al presionar el paquete se rompe la bolsa que contiene el agua, y así entra en contacto con la sustancia. La bolsa comienza a calentarse rápidamente y se coloca en la zona lesionada.



Los esquiadores, los excursionistas y los escaladores de alta montaña suelen llevar consigo cierto tipo de paquetes calentadores para evitar que se congelen algunas partes de su cuerpo. Algunos contienen una mezcla de sustancias, una de las cuales es hierro en polvo. La mezcla está en una bolsa de polietileno y tiene una cubierta impermeable. Para que el dispositivo funcione es necesario retirar la cubierta de la bolsa, lo que favorece que el aire entre en contacto con las sustancias. En estos calentadores se lleva a cabo una reacción exotérmica en la que se obtiene como producto óxido de hierro(III).

Otro tipo de dispositivos se conoce como "calentadores sin flama"; con ellos se calientan raciones de comida lista para ingerirse. La comida está en una bolsa cerrada, empacada en una pequeña caja de cartón.

Para aliviar problemas de lesiones sin inflamación, tensión muscular o dolores crónicos se usan las compresas calientes durante 15 a 20 minutos. Sin embargo, no es recomendable utilizarlas si hay hinchazón o inflamación, si las lesiones son muy agudas, o la persona padece diabetes, enfermedades cardíacas o vasculares o si tiene heridas abiertas. Antes de decidir usar una compresa caliente, lo mejor es consultar al médico.

Algunos de estos calentadores consisten en una bolsa de polietileno con una almohadilla porosa elaborada, entre otras sustancias, con una aleación de 95% de magnesio y 5% de hierro. Para que el calentador funcione, la bolsa tiene una marca hasta donde es necesario agregar agua.

El calentador sin flama utiliza la energía generada a partir de la reacción entre el magnesio y el agua, de la que se obtienen hidróxido de magnesio e hidrógeno. Una de las precauciones para estos dispositivos es evitar su uso si hay fuego cerca.

Cuando se desea consumir un alimento, la bolsa que contiene la comida se desliza dentro de la bolsa de polietileno del calentador y se añade agua en el compartimiento donde está la almohadilla. Después, el calentador se coloca dentro de la caja de cartón que contenía originalmente el alimento.

© SANTILLANA

Responde en tu cuaderno.

1. El cloruro de calcio que se utiliza en las compresas calientes se disocia en los iones que lo forman al entrar en contacto con el agua. Este proceso es exotérmico. Escribe la ecuación que representa dicha disociación, de tal forma que se cumpla de manera adecuada la Ley de la conservación de la masa.
2. Propón una explicación acerca de la forma en que fluye el calor cuando se utiliza este tipo de dispositivos.
3. Escribe la ecuación química que representa la formación del óxido de hierro(III) a partir de hierro y oxígeno gaseoso. Recuerda que debe representarse el cumplimiento de la Ley de la conservación de la masa.
4. La reacción anterior se clasifica como:  
A) Descomposición.                      C) Neutralización.  
B) Fermentación.                         D) Óxido-reducción.

5. La reacción que ocurre en algunos "calentadores sin flama" se representa con la ecuación:



6. De acuerdo con los productos que se obtienen en la reacción que sucede en los "calentadores sin flama", ¿por qué debe evitarse su uso si hay fuego cercano?



© SANTILLANA

Además de las compresas, las propiedades químicas de ciertas sustancias se utilizan en comidas autocalentables, en las cuales no hay necesidad de aplicar fuego; solo se presiona un botón, se desenvuelve y agita la bolsa o se vierte el contenido en otro recipiente. El secreto son las reacciones químicas.

## ¿Cómo funciona un alcoholímetro?

Más de 24 000 mexicanos murieron en 2008, de acuerdo con el secretariado técnico del Consejo Nacional para la Prevención de Accidentes [*Situación de la seguridad vial en México. Reporte estadístico 2010*], en 16 852 accidentes automovilísticos. Las causas fundamentales de accidentes viales que se reportan son el abuso del alcohol, el exceso de velocidad, las fallas mecánicas del vehículo y el cansancio de los conductores.

Con el propósito de disminuir la cantidad de accidentes ocasionados por el abuso del alcohol, en 2003 se puso en marcha, en algunas ciudades de nuestro país, el programa *Conduce sin alcohol*, mejor conocido como "alcoholímetro", cuyo propósito es detectar a las personas que manejan en estado de ebriedad. Desde su inicio y hasta mediados de 2012, este programa contribuyó a reducir en 30% la tasa de accidentes fatales asociados con el consumo de alcohol, en especial entre jóvenes.



En general, el hígado de una persona adulta con 70 kg de peso puede oxidar el alcohol de una bebida cada 75 minutos. Una bebida equivale a una cerveza o a 30 ml de licor destilado (tequila, ron, whisky, vodka, etc.). Si se da el tiempo suficiente al hígado para metabolizar el alcohol, la persona no se embriagará.

Cuando se ingiere mucho alcohol, se rebasa la capacidad del hígado para oxidarlo y la mayor parte es transportada por la sangre al corazón, los pulmones y el cerebro. La concentración de alcohol en el aire que exhala una persona que ha consumido bebidas alcohólicas es proporcional a la que hay en su cerebro y su sangre.

Este tipo de dispositivos permite medir la concentración de alcohol en el aliento de las personas.

Número de bebidas ingeridas rápidamente	Porcentaje en volumen de alcohol en la sangre	Comportamiento
2	0.05	Euforia, tranquilidad
4	0.1	Pérdida de control motriz
8	0.2	Descontrol de las emociones
12	0.3	Inconciencia
20	0.4 a 0.5	Estado de coma
Mayor a 20	0.6 a 0.7	Muerte

© SANTILLANA

En la década de 1960 aparecieron los primeros alcoholímetros químicos para detectar la presencia de alcohol en el aliento, basados en reacciones de oxidación-reducción. Uno de ellos consiste de una bolsa inflable de plástico atada a un tubo que contiene una disolución color anaranjado de dicromato de potasio ( $K_2Cr_2O_7$ ) y ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ). La persona sopla por el tubo y, si el aire exhalado contiene alcohol, se lleva a cabo una reacción redox entre el alcohol y el dicromato de potasio.

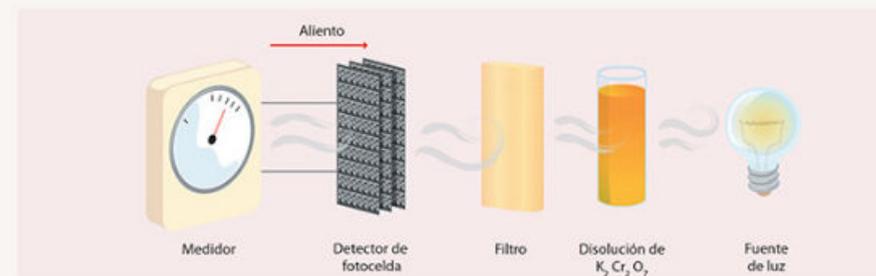
El resultado visible de esta reacción es un cambio del color anaranjado a tonalidades azul verdosas, de acuerdo con la cantidad de alcohol presente en el aliento. El color se compara con un estándar cromático que permite estimar la concentración de alcohol en la sangre. Durante la reacción, el etanol se oxida y se forma el ácido acético. La ecuación que representa este cambio químico es:



Responde en tu cuaderno.

- Después de media hora de haber ingerido dos bebidas, el porcentaje en volumen de alcohol en la sangre es aproximadamente de 0.05%, ¿cuántos mililitros de alcohol hay en un litro de esta sangre?
- En México está prohibido conducir vehículos cuando la concentración de alcohol en la sangre es superior a 0.8 g/l o si tal concentración en el aire espirado es mayor que 0.4 mg/l. Una concentración de 0.8 g de alcohol en la sangre equivale a una concentración de 0.1% en volumen. ¿Por qué consideras que se establece 0.8 g/l como límite de concentración de alcohol en la sangre?
- Identifica el elemento que cambia su número de oxidación en la ecuación que representa la reacción que ocurre en un alcoholímetro químico.
- Elige la opción que explica el cambio en el número de oxidación y lo que sucede con el elemento de la respuesta anterior:
 

A) Gana electrones y se oxida.	C) Pierde electrones y se reduce.
B) Gana electrones y se reduce.	D) Pierde electrones y se oxida.
- Algunas personas utilizan las redes sociales para identificar los lugares en los que se ubican los puntos del programa *Conduce sin alcohol*, con el propósito de tomar una ruta alternativa, pues consideran que no están en condiciones de pasar la prueba. ¿Qué opinas al respecto?



Cuando la persona sujeta a la prueba sopla por una boquilla, su aliento pasa por una disolución de dicromato de potasio [de color anaranjado]; si reacciona, es porque el aliento contiene alcohol. Este se transforma en ácido acético ( $CH_3COOH$ ) y el dicromato se reduce a ion crómico(III), tornándose azul verde. El nivel de alcohol se determina por la magnitud del cambio de color de anaranjado a azul verde, a partir de la longitud de onda que registra un detector.

© SANTILLANA



## Presentación del bloque

Muchos de los materiales sintéticos que utilizamos en nuestra vida diaria son el resultado de la aplicación del conocimiento químico. La generación de nuevos materiales repercute directamente en nuestra calidad de vida y del ambiente.

Así, por ejemplo, se desarrollan nuevas telas, plásticos biodegradables, materiales más ligeros para la construcción de viviendas, entre muchos otros.

En este bloque dedicarás tu atención a la elaboración de proyectos, que podrán ser ciudadanos, científicos o tecnológicos, de acuerdo con tu interés.

Podrás hacer uso de los conocimientos que adquiriste durante el curso, así como de las habilidades y actitudes para desarrollar tu proyecto de la mejor manera.

## 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.

© SANTILLANA

- 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.

## Proyecto

Con el propósito de que puedas continuar el desarrollo de tus habilidades y aprendizajes mediante su aplicación, te proponemos realizar los siguientes proyectos:

- ¿Cómo se sintetiza un material elástico?
- ¿Qué aportaciones a la química se han generado en México?
- ¿Cuáles son los beneficios y riesgos del uso de fertilizantes y plaguicidas?
- ¿De qué están hechos los cosméticos y cómo se elaboran?
- ¿Cuáles son las propiedades de algunos materiales que utilizaban las culturas mesoamericanas?
- ¿Cuál es el uso de la química en diferentes expresiones artísticas?
- ¿Puedo dejar de utilizar los derivados del petróleo y sustituirlos por otros compuestos?

© SANTILLANA

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

## Proyecto 1

### ¿Cómo se sintetiza un material elástico?

Estás por terminar tu educación secundaria; en el transcurso de esta has realizado muchos proyectos tanto en las asignaturas de Ciencias como en otras. Por lo mismo, ya tienes experiencia en el desarrollo de esta clase de trabajos y sabes distinguir entre un proyecto científico, tecnológico o ciudadano. Te invitamos a que reflexiones un poco acerca de los proyectos realizados, de manera que puedas orientarte para saber qué estudiar, sea en una carrera técnica o universitaria.

- ¿Qué proyectos te han dejado mayores satisfacciones?
- ¿Cuáles se te han facilitado? ¿A qué lo atribuyes?

El propósito principal de este libro, en especial de los proyectos, ha sido alfabetizarte científicamente, que estés informado de que la química se encuentra en todas partes, que seas capaz de tomar decisiones con argumentos y que, en el futuro cercano o lejano, seas parte activa de la comunidad donde vives para que las próximas generaciones puedan disfrutar de las mismas cosas que tú.

En el desarrollo de este primer proyecto del bloque 5, tendrás la oportunidad de investigar cómo se sintetiza un material **elástico** y cómo se pueden disminuir sus efectos negativos en el ambiente para contribuir al desarrollo sostenible. Seguramente sabes que muchas cosas que utilizamos a diario están elaboradas de **plástico**, pero existen de diferentes tipos y usos. Algunos son elásticos: pueden deformarse bajo la acción de una fuerza, pero recuperan su forma original si la fuerza se elimina (fig. 5.1). Por ejemplo, el látex con que se elaboran los globos.

**Figura 5.1.** En nuestra vida cotidiana utilizamos muchos objetos que tienen elástico, un material que puede amoldarse a distintas formas y tamaños.



El primer material elástico natural que el ser humano descubrió y utilizó fue el caucho o hule natural, ¿de dónde se obtiene?, ¿qué usos tiene en la actualidad? Muchas culturas prehistóricas practicaban el juego de pelota, ¿de qué material estaban contruidos los balones? ¿Cuáles son las propiedades de ese material? ¿Qué te parece investigar preguntas como estas durante tu proyecto?

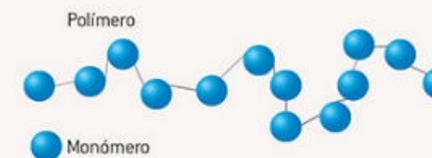
© SANTILLANA

A principios del siglo XX se comenzaron a producir los plásticos, algunos de los cuales son elásticos, por lo que se conocen como **elastómeros**. Existen varios tipos de elastómeros con diferentes propiedades; se utilizan para elaborar distintos productos (fig. 5.2). Algunos ejemplos son el hule, el poliisobutileno, el policloropropeno (conocido como la marca comercial Neopreno®), el SBS, el látex y el hule vulcanizado.



**Figura 5.2.** Estos productos se elaboran con diferentes tipos de elastómeros.

Los plásticos y los elastómeros están formados por **polímeros**, es decir, moléculas muy grandes integradas a su vez por cadenas muy extensas que se forman al enlazarse moléculas sencillas denominadas monómeros (fig. 5.3). Por esta razón se conocen como macromoléculas —al igual que las proteínas que existen en tu cuerpo, formadas por los aminoácidos, que son los monómeros—, aunque estas no son plásticos ni elastómeros.



**Figura 5.3.** Algunos polímeros están formados por el mismo tipo de monómeros, pero otros están constituidos por la unión de monómeros diferentes.

En general, los monómeros de los plásticos y de los elastómeros están formados fundamentalmente por carbono e hidrógeno, aunque algunos tienen unidos otros elementos o grupos de ellos que les proporcionan distintas propiedades.

En tu vida cotidiana utilizas diversos productos elaborados con plásticos, por lo que tienes antecedentes sobre algunas de sus propiedades, usos e impacto en el ambiente (fig. 5.4). Todos los plásticos se producen a partir del petróleo, un recurso no renovable. Aunque solo 2% del petróleo se emplea para sintetizar plásticos, es importante reducir su uso o reciclarlos mientras la comunidad química encuentra opciones que se puedan producir a partir de otras materias primas.



**Figura 5.4.** El mal manejo de los desechos plásticos puede ocasionar serios problemas de contaminación; sin embargo, medidas ambientales apropiadas los pueden evitar e, incluso, corregir.

Con base en lo anterior, ¿qué te gustaría investigar? Escribe en tu cuaderno tres preguntas que definan tus intereses. En el transcurso de este primer proyecto del bloque 5, pondrás en práctica tus conocimientos previos sobre el tema y utilizarás habilidades para plantear soluciones y resolver el problema principal aplicando la metodología científica. Deberás realizar en equipo el tema que elijas para tu proyecto y trabajar siempre bajo las indicaciones del profesor.

Recuerda todas las sugerencias que te proporcionamos en los proyectos de los cuatro bloques anteriores. Si surgen dudas, puedes consultar los trabajos que realizaste y retomar las explicaciones de las distintas etapas y actividades.

© SANTILLANA

## Etapa 1. Planeación

Integra un equipo con tres o cuatro de tus compañeros para realizar el proyecto. Comenten lo que conocen sobre los plásticos y algunos productos que tienen propiedades elásticas; traten de identificar semejanzas y diferencias entre ellos.

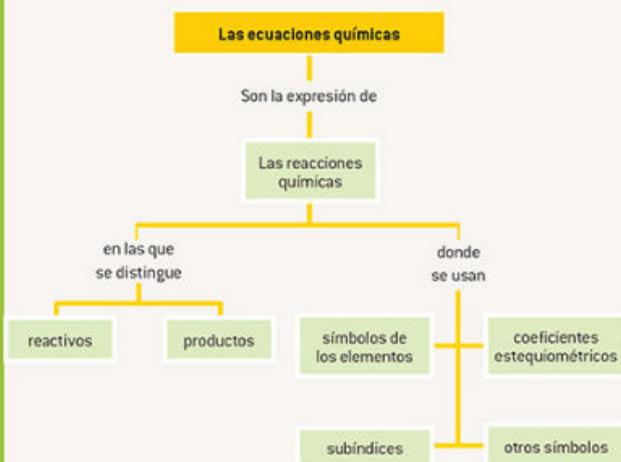


Figura 5.5. Los mapas de conceptos o los cuadros sinópticos permiten organizar mejor la información para analizarla más adelante.

Al finalizar el proyecto, deberán entregar un informe por escrito y presentar lo realizado ante el grupo. Asimismo, es importante que acuerden cómo presentar los resultados, ya sea en su escuela o a miembros de su comunidad. Aquí encontrarán algunas sugerencias, pero pueden elegir otras que se ajusten a sus intereses.

Revisen los bloques anteriores para identificar información que les pueda servir y organicenla en tarjetas como resumen, cuadro sinóptico, mapa mental u otro tipo de esquema o diagrama (fig. 5.5). Pueden incluir ejemplos de lo que ya saben.

Resulta de gran ayuda plantear preguntas específicas relacionadas con el tema. Con esto se facilita la selección de actividades a desarrollar durante el proyecto. En seguida encontrarán algunas preguntas que pueden servir para guiar su trabajo; pero es importante que ustedes planteen otras que las complementen:

- ¿Cómo se obtienen los polímeros sintéticos?
- ¿Por qué los elastómeros se deforman ante la acción de una fuerza, pero al cesar esta recuperan su forma original?
- ¿Qué semejanzas y diferencias existen entre los plásticos y los elastómeros?
- ¿Cuáles son las características de algunos de los distintos tipos de elastómeros?
- ¿En qué consiste el proceso de vulcanización?
- ¿Qué son los elastómeros termoplásticos?
- ¿Qué relación existe entre las propiedades de los elastómeros y la estructura de los polímeros que los constituyen?
- ¿Cuáles son algunas aplicaciones y usos de los elastómeros?
- ¿Por qué no se pueden reciclar todos los elastómeros?

Una vez que elijan las preguntas que guiarán su proyecto, elaboren la lista de las actividades que llevarán a cabo (entre ellas, un experimento) y también un cronograma.

Dialoguen acerca de los materiales elásticos que conocen, sus usos, sus propiedades en comparación con otros (como el vidrio, el cuero, el algodón, la cerámica, la madera, los metales y otros plásticos), así como sobre lo que se hace con la mayoría de los productos elaborados con elastómeros después de utilizarlos y sus consecuencias en el ambiente.

Una de las tareas principales será la búsqueda y selección de información en diversas fuentes. Si lo consideran conveniente, busquen la relativa a los elastómeros, con el fin de que tengan más elementos para planear las actividades. El título del tema es ideal para desarrollar un proyecto tecnológico y realizar uno o varios experimentos.

Nombren responsables para cada actividad y definan el tiempo para terminarlas. Con el fin de que su proyecto tenga éxito, es necesario que todos los miembros del equipo se involucren y cumplan con su trabajo en los tiempos asignados. Si alguien concluye antes que sus compañeros, debe ayudar en otras tareas para no retrasar el proyecto. Planteen su hipótesis y muéstranla a su profesor para hacer los ajustes que consideren necesarios.

Puesto que el uso racional de los plásticos puede contribuir a la mejora del ambiente, es importante que desde ahora piensen la manera en que compartirán los resultados de su proyecto con la comunidad y se pongan de acuerdo para su difusión. Pueden elaborar un tríptico, un periódico mural o un boletín tipo periódico, además de un *blog* en Internet para que personas de otras comunidades conozcan su trabajo.

Al final de esta etapa, valoren el trabajo realizado, así como su desempeño y el de sus compañeros hasta el momento con preguntas como estas:

- ¿Qué propiedades o características del material elástico sirvieron para elegir aquel sobre el que realizarán su investigación?
- ¿Ya saben cuál experimento pueden llevar a cabo para sintetizar su material elástico?
- ¿Qué parte de lo realizado hasta ahora sirve para el informe, la presentación y el producto que expondrán a la comunidad?
- ¿Están entusiasmados con el proyecto? ¿Por qué?
- ¿Qué dificultades han enfrentado? ¿Cómo las resolvieron?
- ¿Se sienten a gusto con su equipo? ¿Por qué? En caso contrario, ¿qué proponen?
- ¿El diálogo ha sido de utilidad durante el desarrollo del proyecto? ¿Por qué?



Figura 5.6. La revista *¿Cómo ves?* de la UNAM es una buena opción para obtener información científica.

## Etapa 2. Desarrollo

Comiencen su trabajo con la búsqueda de información del tema que decidieron tratar; tengan en cuenta la mayor cantidad de fuentes bibliográficas y procuren organizarlas de manera adecuada, como han hecho en proyectos anteriores.

En Internet pueden encontrar muchas fuentes de consulta, pero no se olviden de las enciclopedias, los libros de química de bachillerato y las revistas de divulgación científica, como las de la UNAM y de otras instituciones de investigación y de educación superior (fig. 5.6).

Algunas palabras clave para la búsqueda en Internet son: plásticos, elastómeros y el nombre común o químico del elastómero elegido, combinados con propiedades o características de su interés.

Incluyan preguntas específicas para que investiguen el impacto ambiental de los elastómeros, por ejemplo, los problemas en el agua y en el suelo, el desarrollo sustentable, la regla de las 4 R (rechazar, reducir, reusar y reciclar), los procesos de reciclado, las ventajas y desventajas de los plásticos biodegradables.

Consulten en diferentes medios cómo se producen los elastómeros naturales y sintéticos.

### Promoción de la salud

Las píldoras anticonceptivas contienen hormonas sintéticas derivadas de las hormonas esteroideas, progesterona y los estrógenos, que produce el organismo de la mujer. Estos compuestos impiden la ovulación, producen cambios en el revestimiento del útero y espesan el moco cervical dificultando el ascenso de los espermatozoides.

A manera de complemento, proponemos fuentes de información y consulta por Internet que pueden ser de utilidad para los antecedentes de su proyecto (Fecha de consulta: 17 de octubre de 2016):

Asociación Nacional de la Industria Química (ANIQ). [webpublico.aniq.org.mx/Paginas/home.aspx](http://webpublico.aniq.org.mx/Paginas/home.aspx)

ILCE, *La era de los polímeros* (video), serie El mundo de la Química, vol. XI, ILCE, México. Ruiz, Benjamín (2010). "¿Papel o plástico?", en *¿Cómo ves?*, año 12, núm. 138.

Los elastómeros, en: [www.pslc.ws/spanish/elas.htm](http://www.pslc.ws/spanish/elas.htm)

Elastómeros termoplásticos, en: [www.pslc.ws/spanish/tpe.htm](http://www.pslc.ws/spanish/tpe.htm)

Generalidades sobre los polímeros, en: [depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/polimeroso\\_17204.pdf](http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/polimeroso_17204.pdf)

Experimentos sobre elastómeros, en: [matematicas.udea.edu.co/~carlopez/expe\\_jovenes.pdf](http://matematicas.udea.edu.co/~carlopez/expe_jovenes.pdf)

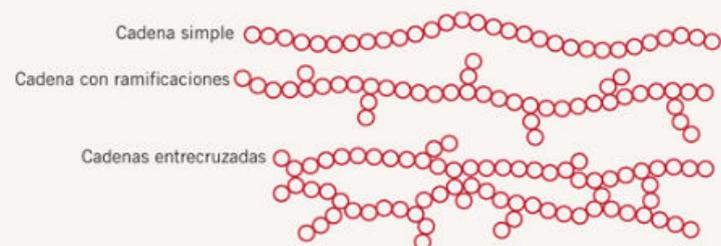
Fabricación una goma, en: [cuentame.inegi.org.mx/hipertexto/procesos/goma.htm](http://cuentame.inegi.org.mx/hipertexto/procesos/goma.htm)

Formación de polímeros, en: [asesorias.cuautitlan2.unam.mx/organica/directorio/jaime/Polimeros.pdf](http://asesorias.cuautitlan2.unam.mx/organica/directorio/jaime/Polimeros.pdf)

Para ayudar al desarrollo del proyecto, sugerimos que analicen en equipo los planteamientos siguientes y hagan otras preguntas:

- ¿Cómo diferenciamos un material plástico de uno elástico?
- ¿Qué hace que un plástico sea distinto de otro y tenga diferentes usos?
- ¿Qué material usarían para fabricar recipientes donde guardar acetona o para hacer flotadores?
- ¿Cómo se asocia la flexibilidad con los materiales con que experimentaron?
- ¿Qué impacto ambiental tienen los plásticos y elastómeros?

Las propiedades de los elastómeros se relacionan con la estructura de los polímeros que los constituyen; sería interesante que investigaran al respecto y modelaran las estructuras con materiales de fácil adquisición para explicar, por ejemplo, la flexibilidad [fig. 5.7].



**Figura 5.7.** De acuerdo con su estructura y posición, los elastómeros tienen la capacidad de ser más rígidos o más flexibles; esto permite que los podamos modificar según nuestras necesidades.

### Para saber más

Los preservativos o condones se elaboran con hule látex al que se agregan diversas sustancias químicas que los hacen más resistentes, elásticos, seguros, así como menos alérgicos.

Para adentrarse en el manejo de distintos tipos de materiales plásticos, consigan diversas muestras de juguetes, bolsas, botellas, hule espuma, mangueras, ligas, recipientes, telas, guantes, etcétera. Al identificar tanto sus semejanzas como sus diferencias, tengan en cuenta propiedades como:

- Apariencia: color, textura, consistencia.
- Flexibilidad, al doblar hacia adelante y hacia atrás cada material.
- Elasticidad.
- Dureza, rayando cada material con un clip.
- Densidad. Busquen en Internet cómo medirla.
- Efecto de algún disolvente, como la acetona.

Si realizan la actividad anterior, anoten todas sus observaciones en una bitácora de experiencias y analicen la información obtenida. Propongan el estudio de otras propiedades y definan por qué existen las diferencias a partir de estas. Una manera fácil para poder distinguir los distintos tipos de plásticos es el uso de códigos de identificación. Investiguen sobre el polietileno, polipropileno, cloruro de polivinilo o PVC, teflón y nailon, incluidos sus códigos de reciclaje.

Si así lo deciden, podrían organizar a todo el grupo de tal modo que cada equipo se encargue de investigar sobre un plástico distinto. Incluyan también el hule o caucho como polímeros naturales. Pueden sistematizar sus resultados en un cuadro como el que proponemos del cloruro de polivinilo:

Nombre(s) del plástico (químico y común)	Código gráfico de reciclaje	Monómero	Principales propiedades	Usos
$\left\{ -\text{CH}_2 - \underset{\text{Cl}}{\text{CH}} - (\text{CH}_2 - \underset{\text{Cl}}{\text{CH}}) - \text{CH}_2 - \underset{\text{Cl}}{\text{CH}} - \right\}$ <p>monómero</p> <p>Cloruro de polivinilo o PVC</p>	<p>PVC Cloruro de polivinilo</p>	$\begin{array}{c} \text{H} & & \text{Cl} \\ & \backslash & / \\ & \text{C} = \text{C} \\ & / & \backslash \\ \text{H} & & \text{H} \end{array}$	Duro y resistente al fuego	Tubos y mangueras para cañerías de todo tipo, discos fonográficos

Analicen las fórmulas de los monómeros y describan tanto las semejanzas como las diferencias con los plásticos. Relacionen lo registrado en su cuadro con el desarrollo del proyecto.

Puesto que los experimentos son fuentes de información y de conocimiento fundamentales en las ciencias, es importante que ustedes realicen uno, propongan la adaptación de uno en su proyecto o elaboren un diseño experimental que se adapte a sus expectativas de conocimiento en esta etapa del curso.

Con la colaboración y orientación de su profesor, elijan o diseñen su experimento de modo que utilicen materiales sencillos fáciles de conseguir y un procedimiento que cueste poco trabajo realizar en su escuela. Recuerden incluir las medidas de seguridad necesarias e investigar cómo se desharán de los desechos de manera que no contaminen el ambiente. Por su seguridad, lleven a cabo la actividad con la supervisión del maestro.

### Conéctate

Podrías acercarte más al tema en cuestión mediante el video "La era de los polímeros" en "El mundo de la química", vol. 11, en *El video en el aula. Acervo y usos didácticos de la videoteca escolar. Educación secundaria.* SEP, México, 1996.

### Promoción de la salud

El diafragma es un método anticonceptivo que consiste en un capuchón de goma flexible que se coloca en el cuello del útero para impedir la entrada de los espermatozoides. Para mejorar su función se impregna por ambos lados con un espermicida. El preservativo femenino es una funda de poliuretano que se coloca en la vagina y evita que los espermatozoides entren en el útero. Para mejorar su eficiencia se recomienda utilizarlo junto con un espermicida.

## Con ciencia

**Propósitos:** Transformar un polímero y conocer más sobre sus propiedades.

**Materiales:**

- 1 cucharada de borato de sodio o bórax (lo consigues en la farmacia)
- 2 cucharadas de pegamento blanco
- 5 cucharadas de agua caliente
- 2 vasos de precipitados o de plástico grueso
- 1 cuchara de metal

**Procedimiento:**

- Anoten las propiedades macroscópicas de todas las sustancias y predigan lo que sucederá cuando las pongan en contacto.
- Investiguen de qué polímero está elaborado el pegamento blanco y anótenlo en su cuaderno.
- Realicen un primer experimento:
  - Disuelvan la cantidad de bórax en las cinco cucharadas de agua muy caliente.

**Tomen precauciones para evitar quemarse.**

- En otro vaso ponga el pegamento y añadan poco a poco la disolución de bórax.
  - Agiten hasta que observen algún cambio.
  - Intenten formar una pelota entre las palmas de sus manos.
  - Déjenla caer y observen si rebota.
- Respondan:
- ¿Cómo explican las diferencias entre los materiales originales y lo que obtuvieron?
  - ¿Qué cambio químico ocurre para formar el nuevo compuesto?
  - ¿Qué polímero se formó?
  - ¿Se considera un material plástico o elástico?



- Propongan una hipótesis de lo que pasará si varían la proporción de bórax y pegamento, y si cambian la temperatura del agua o la agitación.
- Diseñen un experimento para probar esa hipótesis y anoten sus resultados.
- Verifiquen su hipótesis y analicen cómo influyen los factores de la reacción (temperatura, agitación y concentración) en las propiedades del producto.



**Figura 5.8.** También consulten con su profesor la manera más adecuada de eliminar los residuos después de realizar su experimento.

Para complementar, investiguen si este experimento es semejante a la vulcanización, en qué consiste esta y cuáles son sus aplicaciones. Registren los resultados para incorporarlos después en su informe; revisen con su profesor los puntos que debe llevar (fig. 5.8). Al término de esta etapa, consideren aspectos como los siguientes:

- ¿Qué otra información les falta para su proyecto? ¿Qué harán para conseguirla?
- ¿Cuáles son algunos métodos para sintetizar un elastómero?
- ¿Qué tan avanzado va su informe?
- ¿Ya definieron la manera en que presentarán su proyecto al final?
- ¿Cómo ha sido la participación de cada miembro del equipo?
- Si enfrentaron nuevas dificultades, ¿cómo las superaron?

## Etapa 3. Comunicación

Una vez que concluyan su informe y su profesor lo haya revisado, presenten sus resultados y conclusiones ante el grupo, y finalicen la elaboración del producto que eligieron para compartir sus hallazgos, ya sea en su escuela o a los miembros de su comunidad.

Revisen que hayan elegido la mejor manera de comunicar su proyecto y decidan a qué personas lo dirigirán y dónde lo presentarán. En caso de que hayan elegido elaborar un *blog*, asegúrense de difundir su existencia y de que esté autorizado por la publicación correspondiente.



**Figura 5.9.** Ensayen su exposición y ajústela al tiempo acordado con su profesor.

Cuando realicen la exposición ante el grupo, recuerden que todos los miembros del equipo deben participar en la presentación. Pueden auxiliarse con carteles o, si es posible, con una presentación electrónica. Incluyan solo la información más relevante en textos breves apoyados con imágenes (fig. 5.9).

En este caso, es muy importante presentar el experimento que realizaron para su proyecto, así que es conveniente que lo comenten con su profesor para que expliquen adecuadamente cada paso de este y se apoyen utilizando material gráfico. Si elaboraron modelos de polímeros utilícelos para explicar la relación entre su estructura y las propiedades macroscópicas de los materiales plásticos o elásticos.

Al finalizar su presentación, lleven a cabo una sesión de preguntas y respuestas con sus compañeros; pidan que les hagan comentarios y sugerencias que fomenten la mejora de su trabajo. Escriban en su cuaderno los comentarios y las preguntas que les planteen y ténganlas a la mano para su evaluación final.

Terminen esta etapa reuniéndose con sus compañeros para evaluar su trabajo tanto individual como en equipo.

## Etapa 4. Evaluación

Comenten en equipo los resultados que obtuvieron y la presentación de su proyecto. Utilicen como guía estas preguntas:

- ¿Qué comentó su profesor sobre el informe y la presentación? ¿A qué se debe?
- ¿Cómo se sintieron durante su presentación ante el grupo? ¿Captaron la atención del resto de sus compañeros? ¿Por qué?
- ¿Pudieron contestar todas las preguntas del público? En caso contrario, ¿a qué lo atribuyen?
- ¿Cuáles fueron las opiniones de los miembros de su comunidad sobre el trabajo que les presentaron? ¿Les formularon sugerencias? ¿Cuáles?
- ¿Qué nuevas experiencias adquirieron durante el desarrollo de este proyecto?
- ¿Qué aprendizaje te deja para el futuro el proyecto que realizaste?

Reúnanse en equipo, felicítense por los logros obtenidos en este proyecto y anoten las posibles mejoras. Luego reúnanse con su profesor para que evalúe su trabajo.

# Proyecto 2

## ¿Qué aportaciones a la química se han generado en México?



Tal vez has escuchado sobre las aportaciones de la comunidad científica de diversos países. Al igual que ellos, en México se han realizado importantes contribuciones al desarrollo de la química que han beneficiado a la comunidad mundial desde tiempos prehispánicos (fig. 5.10).

En efecto, las culturas prehispánicas utilizaban materiales desconocidos en Europa, como el tequesquite (condimento) diversos tipos de papel (entre ellos el que se usaba para elaborar códices), pegamentos, hule y colorantes. Desde luego, también usaban diversos materiales de construcción, pero sobre estos te proponemos realizar otro proyecto.

En la época colonial la minería fue una de las principales actividades económicas, pues suministró diversos minerales. ¿Cuáles fueron los principales metales que se extraían en esa época? ¿Qué metales se explotan en la actualidad?

¿Conoces las aportaciones de Andrés Manuel del Río, de Fausto de Elhúyar y de Leopoldo Río de la Loza? Ya en el siglo XX, en la década de los cuarenta, se utilizó la raíz de la planta conocida como "cabeza de negro" para fabricar la progesterona, una hormona femenina, y la cortisona. ¿Cuál es la trascendencia de este descubrimiento?

Mario Molina (fig. 5.11) ha contribuido al estudio de problemas ambientales, en especial sobre la calidad del aire. ¿Cuál es la importancia de sus investigaciones? ¿En qué proyectos participa en la actualidad?

¿Te interesa saber más de alguno de estos aspectos? ¿Qué investigaciones relacionadas con el conocimiento químico o con la tecnología se desarrollan hoy en diversas instituciones de nuestro país? Te invitamos a realizar el proyecto sobre estos temas.

### Etapa 1. Planeación

Busca información del tema y define con tu equipo cuáles contribuciones de México a la química te gustaría investigar, así como el tipo de proyecto. Las siguientes preguntas pueden servirles como base, pero recuerden que ustedes pueden elegir otras:

- ¿Cómo se realizó la implementación del proceso o cómo fue el descubrimiento?
- ¿Quién o quiénes participaron?
- ¿Qué ocurría en nuestro país en ese entonces?
- ¿Cuál es su importancia para México, para el resto del mundo o para ambos?
- ¿Qué consecuencias de impacto ambiental ha generado? ¿Qué alternativas de solución existen?
- ¿Cómo ha contribuido la química en México a la mejora de la calidad de vida?

También podrían mostrar algunas de las contribuciones de la historia de la química en México, así como de universidades e institutos que realizan investigación en esta ciencia.



**Figura 5.11.** Mario Molina (1943), científico de origen mexicano, estudió su carrera en la UNAM y ganó el Premio Nobel de Química en 1995, junto con Frank Sherwood Rowland y Paul Crutzen.

### Etapa 2. Desarrollo

Para concretar este proyecto busquen información en fuentes como las siguientes (Fecha de consulta: 17 de octubre de 2016):

Chamizo, José A. (2002). *Química mexicana*, Tercer Milenio, Conaculta, México.  
Valek, Gloria (2011). "Leopoldo Río de la Loza, un incansable impulsor de la química en México", en *¿Cómo ves?*, año 13, núm. 147, febrero.

*Actividades químicas en la historia de México*, en:  
[www.cyd.conacyt.gob.mx/199/Articulos/Actividadesquimicas/Actividades00.htm](http://www.cyd.conacyt.gob.mx/199/Articulos/Actividadesquimicas/Actividades00.htm)

*Las aportaciones de Luis Ernesto Miramontes Cárdenas*, en:  
[scifunam.fisica.unam.mx/mir/LEMC/videos.html](http://scifunam.fisica.unam.mx/mir/LEMC/videos.html)

*La píldora anticonceptiva*, en:  
[www.bbc.co.uk/mundo/ciencia\\_tecnologia/2009/11/091029\\_video\\_anticoncepcion\\_nc.shtml](http://www.bbc.co.uk/mundo/ciencia_tecnologia/2009/11/091029_video_anticoncepcion_nc.shtml)

*Leopoldo Río de la Loza y los trabajos de un químico decimonónico*, en:  
[132.248.9.9/libroe\\_2007/revistas/faro/no.74/paginaelfaro74\\_10\\_11.pdf](http://132.248.9.9/libroe_2007/revistas/faro/no.74/paginaelfaro74_10_11.pdf)

*La química en México. Un poco de la historia científica mexicana*, en:  
[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)

Sistematicen la información recabada considerando aspectos como los siguientes:

- Definir el título.
- Plantear los antecedentes que permitan ubicar la contribución en el contexto histórico y social; revisen sus libros de historia de segundo y tercer grados.
- Describir la contribución; para ello identifiquen el conocimiento químico desarrollado y destaquen en qué mejoró la calidad de vida, la economía del país y sus repercusiones en el ambiente.

Recomendamos ilustrar su trabajo con fórmulas, diagramas, dibujos, imágenes o fotografías relevantes. Incluyan una línea de tiempo que sitúe históricamente la contribución. Elaboren una breve biografía de algunos miembros de la comunidad científica.

### Etapa 3. Comunicación

Elaboren el informe final del proyecto y elijan la mejor manera de presentar sus resultados de investigación. Revisen el contenido de lo que elaborarán, procuren que sea breve y explicativo para dar a conocer solo lo más relevante. Comenten con su profesor la posibilidad de difundir los resultados en toda la comunidad escolar (fig. 5.12).

### Etapa 4. Evaluación

Reúnanse al final para evaluar su desempeño durante la elaboración del proyecto y escuchen con atención las sugerencias y aportaciones de su maestro y compañeros.

### Conéctate

Si deseas conocer más sobre las aportaciones químicas que han provenido de México revisa el siguiente libro. Andoni Garriz y José Antonio Chamizo. *Del tequesquite al ADN: algunas facetas de la química en México*, FCE/SEP/Conacyt, México, 2012. La ciencia para todos, núm. 72.

### Para saber más

Algunas culturas indígenas de nuestro país aprovechan la fermentación para preparar pulque a partir del maguey, así como pozol y tesguino, del maíz.



**Figura 5.12.** La exposición de carteles y la elaboración de un periódico mural nos permiten compartir información de manera sintetizada.

# Proyecto 3

## ¿Cuáles son los beneficios y riesgos del uso de fertilizantes y plaguicidas?



**Figura 5.13.** El guano, un excelente abono de origen animal, proviene del excremento de las aves y contiene ácido úrico, oxalato, amoníaco, ácido fosfórico y sales.

Además del uso de riego, semillas mejoradas y maquinaria, la producción moderna de alimentos agrícolas ha estado ligada al uso de dos insumos: los fertilizantes y los plaguicidas, lo cual ha favorecido el incremento de las cosechas, pero también ha tenido efectos perniciosos en el ambiente.

No obstante, el uso de fertilizantes en los campos de cultivo se remonta a miles de años atrás, cuando los agricultores descubrieron que al agregar estiércol o residuos vegetales a suelos desgastados aumentaba la producción. A mediados del siglo XIX comenzó en Europa la industria de los fertilizantes con productos ricos en nitrógeno, fósforo y potasio para suministrar más nutrimentos a las plantas. Todavía en las dos primeras décadas del siglo XX, el guano de las islas Chincha de Perú y Nauru proporcionaba la mayor parte de los fertilizantes (fig. 5.13).

Los conflictos de Alemania para acceder al guano, pues los Aliados le bloquearon el suministro durante la Primera Guerra Mundial, aceleraron la invención de los fertilizantes sintéticos, con lo cual la industria química alemana se volvió muy importante.

La historia de los plaguicidas es más reciente: comenzó a principios del siglo XIX, cuando se descubrió accidentalmente la acción plaguicida de elementos como el azufre y el arsénico, hasta que en 1940 se descubrieron las propiedades insecticidas del dicloro difenil tricloroetano (DDT).

A partir de esa fecha, empezaron a producirse plaguicidas muy potentes, muchos dañinos para el ambiente y la salud humana. El reto de producir alimentos suficientes para una población mundial actual de más de siete mil millones de habitantes ha obligado a la ciencia química a perfeccionar los métodos de producción y hacerlos menos perjudiciales. Para saber más sobre este tema, te proponemos el presente proyecto.

### Etapa 1. Planeación

Con sus compañeros de equipo revisen brevemente alguna bibliografía e identifiquen los aspectos a investigar. Elaboren una lista de temas a tratar. Podrían realizar un experimento como fabricar un fertilizante o plaguicida casero, lo que permitiría desarrollar un proyecto tecnológico. Propongan preguntas para planear su proyecto; aquí sugerimos algunas. No olviden plantear su hipótesis.

- ¿Qué consecuencias sobre el ambiente ha tenido y tiene la agricultura intensiva?
- ¿Por qué se utiliza el guano en la producción de fertilizantes?
- ¿Cuántos tipos de guano existen? ¿Es un recurso renovable?
- ¿Cuáles son los principales problemas asociados al uso indiscriminado de fertilizantes y plaguicidas?
- ¿Con qué técnicas de agricultura y de fertilizantes puede favorecerse el desarrollo sostenible? ¿Qué culturas llevan a cabo esas técnicas?
- ¿Qué es la rotación de cultivos?

© SANTILLANA

### Etapa 2. Desarrollo

Sugerimos que elijan un cultivo específico e investiguen los tipos de fertilizantes y plaguicidas que se usan y se han usado. Estas preguntas pueden guiarlos:

- ¿Tienen efectos sobre la salud y el ambiente?, ¿cuáles?
- ¿Existen otras maneras de cultivarlos sin recurrir a sustancias perjudiciales, por ejemplo, mediante la hidroponía (fig. 5.14)?
- ¿Dónde o quiénes llevan a cabo este tipo de cultivos?
- ¿Cuáles son las ventajas y desventajas de los llamados cultivos orgánicos?



**Figura 5.14.** La hidroponía es el cultivo en agua y sin el uso de plaguicidas. Actualmente está en auge, pero el costo de los productos suele ser elevado.

Para su experimento, consideren el costo de las sustancias y compárenlo con el precio de algún producto comercial, así como sus ventajas y desventajas. En Internet pueden encontrar técnicas para elaborar productos:

*Asociación Nacional de Fabricantes de Fertilizantes (Annffe). "La importancia de los fertilizantes en una agricultura actual, productiva y sostenible", en:* [goo.gl/tDvPR8](http://goo.gl/tDvPR8) [Fecha de consulta: 24 de enero de 2017].

*Comisión General para la Protección contra Riesgos Sanitarios (Cofepris). Plaguicidas y fertilizantes, en:*

[www.cofepris.gob.mx/AZ/Paginas/Plaguicidas%20y%20Fertilizantes/PlaguicidasYFertilizantes.aspx](http://www.cofepris.gob.mx/AZ/Paginas/Plaguicidas%20y%20Fertilizantes/PlaguicidasYFertilizantes.aspx) [Fecha de consulta: 17 de octubre de 2016].

*Historia e importancia de los plaguicidas, en:*

[binational.pharmacy.arizona.edu/content/antecedentes-sobre-los-plaguicidas](http://binational.pharmacy.arizona.edu/content/antecedentes-sobre-los-plaguicidas) [Fecha de consulta: 17 de octubre de 2016].

*Receta de insecticida para plantas, en:*

[www.profeco.gob.mx/tecnologias/usohogar/insecplan.asp](http://www.profeco.gob.mx/tecnologias/usohogar/insecplan.asp) [Fecha de consulta: 17 de octubre de 2016].

Prueben su producto y perfecciónenlo. Revisen si les falta algo hasta esta etapa. Si lo consideran necesario, consulten con su profesor sus dudas en la elaboración del informe.

### Etapa 3. Comunicación

Elaboren apoyos gráficos para su presentación. Sería adecuado que promovieran la reflexión sobre la importancia de hacer análisis más profundos en temas con alto impacto para el ambiente y la salud humana, como el uso de fertilizantes y plaguicidas en la producción de alimentos.

### Etapa 4. Evaluación

En equipo valoren los conocimientos que adquirieron durante el desarrollo del proyecto, las dificultades, los aciertos, los comentarios hechos a su informe y presentación. Evalúen su trabajo individual y en equipo. Reflexionen sobre las mejoras que harían.

© SANTILLANA

### Conéctate

Si quieres ahondar un poco más sobre fertilizantes y plaguicidas te recomendamos ingresar a la siguiente dirección.  
[www.revistascca.unam.mx/rica/index.php/rica/article/view/41423/39321](http://www.revistascca.unam.mx/rica/index.php/rica/article/view/41423/39321) [Fecha de consulta: 17 de octubre de 2016].

# Proyecto 4

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



**Figura 5.15.** En la actualidad, diversas compañías se encargan de fabricar una gran variedad de productos de cuidado personal.

Uno de los sectores de la industria más rentables en el mundo actual es el del arreglo personal, la higiene y los cosméticos. Aunque la higiene es indispensable para la salud y el bienestar, quienes se dedican a la publicidad usan las expectativas de las personas en cuanto a los patrones de belleza, la moda y el retraso del envejecimiento natural.

Por eso en los lanzamientos comerciales de productos cosméticos y de aseo personal se han incrementado los horizontes de líneas o series completas de productos que han dado gran fuerza económica a las industrias fabricantes en el mundo.

Pero ¿qué se ofrece? ¿Quién es responsable de que todo esto suceda? La respuesta reside en la ardua labor de la comunidad científica que se dedica a nuevos desarrollos (fig. 5.15.). Puesto que estás por terminar tu primer curso de química, te invitamos a saber más sobre los productos de aseo personal y los cosméticos, así como su relación con esta ciencia.

### Etapa 1. Planeación

Si te interesa desarrollar este proyecto, busca compañeros a quienes también les llame la atención y formen un equipo. Para empezar a planearlo, reúnanse y comenten lo que saben sobre el tema. Distribúyanse las actividades e investiguen lo que más les interese. Recuerden las sugerencias que les hemos planteado en proyectos anteriores y, junto con su profesor, asignen tiempos para cada etapa.

Ya organizados, hagan una revisión bibliográfica para identificar los aspectos a investigar. Sugerimos que realicen un experimento que muestre cómo se elaboran de manera casera algunos de estos productos, de tal modo que sea un proyecto de tipo tecnológico.

A continuación proponemos algunas preguntas derivadas del planteamiento inicial, con el propósito de que sirvan como guía para su investigación:

- ¿Qué tan importantes son este tipo de productos?
- ¿Qué necesidades llevan a las personas a su consumo?
- ¿Cómo se elaboran algunos de ellos?
- ¿Qué tipo de pruebas se realizan antes de su venta al público?
- ¿Cómo se relaciona el precio de los productos con el valor que les da la sociedad?
- ¿Qué aspectos explican que los precios de estos productos sean tan distintos? ¿De qué depende?
- ¿Qué métodos de producción son de menor costo y más seguros? ¿Por qué?
- ¿Qué impacto ambiental ocasiona su producción y consumo?
- ¿Cómo han ido cambiando a lo largo de la historia?

Al finalizar cada etapa del proyecto reúnanse para evaluar sus avances y su desempeño.

### Conéctate

Si quieres conocer sobre cosméticos y sus regulaciones, visita: [fundacionunam.org.mx/ciencia/cosmeticos-seguros-regulados-y-sustentables/](http://fundacionunam.org.mx/ciencia/cosmeticos-seguros-regulados-y-sustentables/) (Fecha de consulta: 17 de octubre de 2016).

### Etapa 2. Desarrollo

Busquen información sobre las sustancias que se utilizan para elaborar los productos que hayan elegido. Tengan en cuenta el costo y compárenlo con el precio comercial del producto. Si les interesa producir gel, champú, crema o un cosmético de bajo costo (fig. 5.16), en Internet hay varias técnicas de elaboración doméstica. Sugerimos los siguientes sitios (Fecha de consulta: 17 de octubre de 2016):

*Tecnologías domésticas para elaborar productos de aseo personal*, en: [bibliotecadigital.conevyt.org.mx/colecciones/consumidor.htm](http://bibliotecadigital.conevyt.org.mx/colecciones/consumidor.htm)

*Elaboración de cremas*, en: [revistadelconsumidor.gob.mx/?p=33766](http://revistadelconsumidor.gob.mx/?p=33766)

*Tecnologías farmacéuticas*: [depa.fquim.unam.mx/manualTFI/Templates/tecno3.htm](http://depa.fquim.unam.mx/manualTFI/Templates/tecno3.htm)

*Vitaminas en los cosméticos*, en: [laguna.fmedic.unam.mx/~adh/sobretiros/Vitaminas\\_cosmeticos/index.htm](http://laguna.fmedic.unam.mx/~adh/sobretiros/Vitaminas_cosmeticos/index.htm)

Antes del experimento, presenten al profesor la lista de materiales y el procedimiento; también comenten las medidas de seguridad para prevenir accidentes. Sería interesante que analizaran la relación entre el concepto de belleza asociado a la apariencia física y el uso de cosméticos. Reflexionen sobre la manera en que los medios de comunicación resaltan esto y la mercadotecnia que emplean para vender los productos. Recuerden elaborar un informe y organicéense para presentar sus resultados.

### Etapa 3. Comunicación

En su presentación de resultados, apoyen con imágenes la explicación de cómo elaboraron su producto y repartan pequeñas muestras de él entre los asistentes. Si el tiempo lo permite, pueden dirigir una práctica de laboratorio o taller para preparar ese producto. Pueden pedir a sus compañeros un informe breve de este trabajo y evaluarlo. Ustedes podrán asesorarlos y aprenderán al mismo tiempo.

En todo momento, apóyense en su maestro para preparar los materiales. Si deciden exponer su producto, sean claros y permitan preguntas de sus compañeros para disipar dudas. Compáren las propiedades de su producto con las de uno comercial y promuevan la reflexión sobre si es necesario usar cosméticos y su impacto en el ambiente. Si les parece divertido, pueden hacer un comercial con el que intenten convencer al público de las bondades de su producto.

### Etapa 4. Evaluación

Una vez finalizado el proyecto pidan a su profesor que los evalúe. Hagan ustedes lo mismo con su trabajo individual y en equipo; contesten lo que se plantea:

- ¿Qué aprendizajes de este proyecto vale la pena tener en cuenta siempre?
- ¿Los compartirías con otras personas? ¿Por qué?
- ¿Por qué es importante manifestar una actitud crítica sobre temas de relevancia?



**Figura 5.16.** En la elaboración de algunos cosméticos se utilizan productos naturales como almendras, aceite de oliva y sábila.

# Proyecto 5



Figura 5.17. Artesanía prehispánica de barro con pintura original.

## ¿Cuáles son las propiedades de algunos materiales que utilizaban las culturas mesoamericanas?

En diversas regiones de nuestro país existen zonas arqueológicas que permiten identificar los materiales que se utilizaron para construirlos. Las culturas prehispánicas usaron diversos recursos naturales y desarrollaron técnicas para elaborar materiales de construcción, tanto para sus viviendas como para sus centros ceremoniales. Por ejemplo, utilizaron el barro para hacer utensilios de cocina, figuras de sus deidades y de ornato (fig. 5.17), pero también para edificar sus viviendas.

El adobe es otro material de origen prehispánico (fig. 5.18). ¿Sabes cómo se prepara?, ¿cuáles son algunas de sus propiedades?, ¿qué ventajas tiene sobre otros materiales de construcción actuales? Este conocimiento ha pasado de una generación a otra y muchos materiales se siguen utilizando, aunque en algunos casos su elaboración se ha perfeccionado como sucede con el adobe reforzado que se fabrica en el norte de México. Te proponemos este tema para que realices un proyecto que puede ser de tipo científico.

### Etapa 1. Planeación

Analicen en equipo lo que les interesaría saber del tema, cuánto conocen al respecto y las fuentes que consultarán. Proponemos algunas preguntas, pero pueden plantear otras:

- ¿Qué impacto ambiental tiene la producción y el consumo de barro y adobe?
- ¿Cómo han ido cambiando los materiales de construcción a lo largo de la historia?
- ¿Cuáles son las principales propiedades físicas y químicas de materiales prehispánicos como el barro y el adobe? ¿Qué técnicas se utilizaban para su elaboración?
- ¿Con qué materiales se han sustituido en la actualidad? ¿Cuáles son sus ventajas y desventajas respecto de los materiales prehispánicos, incluido el costo?
- ¿Qué impacto ambiental tienen los procesos de transformación de los materiales prehispánicos y cómo es en comparación con el de algunos sustitutos actuales?
- ¿Por qué es importante el uso de materiales en algunas culturas respecto de las necesidades que han cubierto?

También planteen la hipótesis para el proyecto, que verificarán al concluir el trabajo. Sería interesante que en este proyecto mostraran cómo se producen algunos materiales y compararan sus propiedades con un experimento. Pónganse de acuerdo respecto de la forma en que presentarán los resultados de su investigación, así como los aspectos que incluirán en su informe. Siempre que lo necesiten, busquen la asesoría de su profesor.

### Etapa 2. Desarrollo

Retomen algunas de las sugerencias que ya les hemos mostrado para la realización de los proyectos. Recaben toda la información posible en torno a los temas que más llamaron su atención y que se relacionan con los problemas expuestos.

© SANTILLANA

Les proponemos que comparen el adobe con otro material más reciente, por ejemplo, con el ladrillo, el tabique y el bloque de concreto. Busquen información sobre la manera en que se elaboran los adobes y diseñen un experimento para contrastar las propiedades de varios materiales, por ejemplo, fragilidad, resistencia a la humedad, propiedades térmicas, la facilidad para obtener las materias primas con que se fabrican, su costo y el impacto ambiental que ocasiona su elaboración y uso.

Pueden utilizar distintas fuentes informativas como libros, revistas científicas, enciclopedias y páginas de Internet. Algunos sitios electrónicos que les pueden ser de utilidad son (Fecha de consulta: 17 de octubre de 2016):

Sobre ecomateriales, en:

[ciencia.unam.mx/leer/495/Ecoladrillos\\_efectivos\\_baratos\\_y\\_ambientalmente\\_viables](http://ciencia.unam.mx/leer/495/Ecoladrillos_efectivos_baratos_y_ambientalmente_viables)

Información sobre el barro, en:

[www.izt.uam.mx/newpage/contactos/anterior/n36ne/arcilla.pdf](http://www.izt.uam.mx/newpage/contactos/anterior/n36ne/arcilla.pdf)

Información sobre el adobe, en:

[boletinsgm.igeolcu.unam.mx/bsgm/vols/epoca04/6402/{3}Gama.pdf](http://boletinsgm.igeolcu.unam.mx/bsgm/vols/epoca04/6402/{3}Gama.pdf)

[ojs.dpi.ulsu.mx/index.php/Memorias\\_del\\_Concurso/article/download/513/617](http://ojs.dpi.ulsu.mx/index.php/Memorias_del_Concurso/article/download/513/617)

[www.icomos.org/risk/world\\_report/2006-2007/pdf/H@R\\_2006-2007\\_31\\_National\\_Report\\_Mexico.pdf](http://www.icomos.org/risk/world_report/2006-2007/pdf/H@R_2006-2007_31_National_Report_Mexico.pdf)

Para que conozcan otros materiales que se utilizaban en la época prehispánica, discutan en equipo las preguntas que se plantean a continuación. Seleccionen las que consideren que los ayudarán más a desarrollar su proyecto.

- ¿Sabes qué son el basalto o el chapopote? ¿Existían en la época prehispánica?
- ¿Qué usaban para adherir las piedras o el adobe al levantar sus casas?
- ¿Con qué material recubrían sus construcciones?
- ¿Qué colorantes empleaban para decorar sus casas?

Elaboren su informe conforme a las especificaciones que ya conocen; analicen cómo avanza su proyecto hasta el momento y detecten en qué etapa pueden hacerse mejoras.

### Etapa 3. Comunicación

Determinen junto con su profesor la mejor manera de exponer su proyecto, ya sea en el salón de clases o ante la comunidad escolar.

Es importante que involucren en su presentación al público asistente, para ello elaboren un pequeño cuestionario que les permita saber si les interesó el tema y si aprendieron algo nuevo, así como para que les hagan algunos comentarios sobre su exposición (fig. 5.19).

### Etapa 4. Evaluación

Reúnanse en equipo y comenten lo que aprendieron durante este proyecto. Revisen los cuestionarios y discutan qué medidas tomarían para una futura presentación. Hagan una reflexión acerca del trabajo que realizaron, tanto individual como en equipo, y organicen un foro para llegar a conclusiones grupales acerca del tema.

© SANTILLANA

### Para saber más

Durante la época prehispánica, en el territorio que en la actualidad ocupa México se obtenía papel a partir de fibras de vegetales como el maguey, la yuca, el amate y la palma. Lo utilizaban en las ceremonias para adornar a sus dioses y templos, así como en la elaboración de códices.

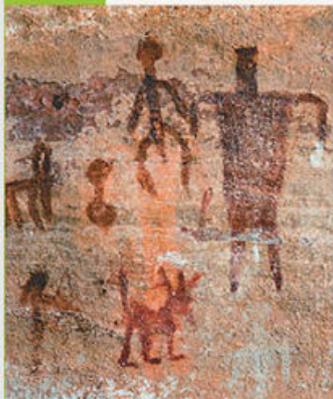
En la actualidad, algunos pueblos indígenas como los otomíes y los nahuas del Alto Balsas utilizan el papel amate para pintar escenas de sus fiestas y de la vida cotidiana. En su fabricación, utilizan cortezas de árboles como el *xalamatl*, el jonote y la mora, las cuales se someten a diversos cambios físicos y químicos hasta obtener el papel.



Figura 5.19. El cuestionario es un instrumento para recabar información. Es importante que esté bien diseñado.

# Proyecto 6

## ¿Cuál es el uso de la química en diferentes expresiones artísticas?



**Figura 5.20.** Las pinturas rupestres son el vestigio más antiguo de la actividad artística del ser humano. ¿Qué tipo de materiales se usaron en su creación? ¿Cuáles son las propiedades de estos materiales?

El arte es una manifestación de la capacidad creativa de los seres humanos que da rienda suelta al afán de plasmar ideas, sentimientos y emociones acordes con patrones de belleza y de expresión que cambian a lo largo del tiempo.

Es interesante observar cómo en el arte convergen diferentes actividades y disciplinas humanas. Una de ellas es la ciencia química, relacionada con las telas de los vestuarios, maquillajes, escenografía, pintura, escultura, el papel, iluminación, el metal de un trombón o la madera de un violoncelo...

Desde luego: quienes se dedican al arte y utilizan los materiales no necesariamente conocen las bases científicas de sus características (fig. 5.20), pero el conocimiento químico de las propiedades de distintos materiales ha permitido poner a disposición de las personas los objetos, los materiales y las sustancias requeridos para crear, ejecutar y disfrutar el arte.

- ¿Qué sustancias se emplean para elaborar los pigmentos usados en la pintura?
- ¿Qué otros materiales se utilizan en las pinturas contemporáneas? ¿Qué propiedades de los materiales permiten aplicarlos en las artes visuales, la escultura o los instrumentos musicales?
- ¿Qué tan diferentes son los materiales para crear esculturas en la actualidad comparados con los que se utilizaban antiguamente?
- ¿Cómo se aplica el conocimiento químico en la conservación y restauración de obras de arte?

Estas preguntas dan cuenta de algunos aspectos sobre los que puedes investigar.

### Etapa 1. Planeación

Con otros compañeros comenten qué tipo de expresiones artísticas les gustan más y cuál es la relación entre estas y la química. Quizás algunos gozan de la música y tocan algún instrumento de madera, en cuya fabricación se aplicó un determinado barniz.

O tal vez alguien toca un instrumento de metal o de aliento, que requiere determinados materiales puros o aleaciones, boquillas de plástico, sordinas, tubulares de madera y piezas pequeñas que permiten determinada sonoridad, de acuerdo con la obra.

Probablemente a otros les gusten las artes plásticas y ciertas técnicas de pintura o escultura, y deseen saber cómo se prepara el barro, la madera, el yeso o a qué temperatura se funde el bronce para el vaciado en el molde de una escultura. También podrían interesarles los pigmentos de determinado color y si las pinturas de óleo son más duraderas que las acuarelas.

Alguien puede interesarse por artefactos usados en el teatro o en el cine, relacionados con la química: fibras sintéticas del vestuario, lámparas de vapor de mercurio o efectos ambientales con nieve seca, maquillaje, vestuario y materiales ligeros de la escenografía.

Si les interesa la preservación y restauración de obras de arte y monumentos, pueden entrevistar a personas que laboran en un museo. Para ello, elaboren antes el cuestionario.

¿Qué les parece construir una línea del tiempo que muestre el uso de distintos materiales en la expresión artística seleccionada? Podrían abarcar manifestaciones del arte tradicional y del contemporáneo (fig. 5.21) o realizar una actividad artística, como una puesta en escena, un mural, un concierto o una función de danza para la comunidad en la cual den a conocer, en algún momento del espectáculo, la relación entre la química y el arte.

Complementen su trabajo estableciendo semejanzas y diferencias entre la actividad científica y la artística. Por ejemplo, consideren habilidades y actitudes como imaginación, perseverancia, creatividad, innovación, valoración social o dominio de técnicas.

### Etapa 2. Desarrollo

Además de medios impresos y electrónicos, obtengan información con personas dedicadas a creaciones artísticas en su localidad. Quizás haya artistas en su familia o ustedes mismos lo sean. Por lo pronto, pueden apoyarse para tener información general y obtener ideas para su proyecto de estas páginas (Fecha de consulta: 17 de octubre de 2016):

[www.izt.uam.mx/newpage/contactos/anterior/n?4ne/quimica\\_arte.pdf](http://www.izt.uam.mx/newpage/contactos/anterior/n?4ne/quimica_arte.pdf)  
[www.posgrado.unam.mx/publicaciones/ant\\_omnia/19/02.pdf](http://www.posgrado.unam.mx/publicaciones/ant_omnia/19/02.pdf)  
[www.fundacionunam.org.mx/arte-y-cultura/la-quimica-de-la-musica/bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/152/htm/sec\\_11.htm](http://www.fundacionunam.org.mx/arte-y-cultura/la-quimica-de-la-musica/bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/152/htm/sec_11.htm)

### Etapa 3. Comunicación

Si decidieron hacer una muestra artística o una puesta en escena, expresen cuáles son las relaciones entre la química y el arte mediante apoyos visuales, sonoros o táctiles, de manera que empleen casi todos los sentidos para que la audiencia perciba la importancia de texturas, colores y sonidos en la creación artística. Pueden hacer volantes para invitar a la comunidad educativa a disfrutar este tema tan interesante.

### Etapa 4. Evaluación

Al finalizar, valoren su trabajo individual y en equipo en este proyecto. Contesten las preguntas que se hayan hecho al inicio del proyecto o las siguientes:

- ¿Ha cambiado su visión acerca de la relación entre el arte y la química?
- ¿Qué les pareció más interesante de esta relación?
- ¿Cómo se sintieron en la presentación de su proyecto?
- ¿Qué creen que aportaron al público con este proyecto?
- ¿Qué opinaron sus compañeros sobre el trabajo? ¿Cumplió con su propósito?
- ¿El proyecto les dejó aprendizajes que podrían utilizar en el futuro?



**Figura 5.21.** Las manifestaciones artísticas tienen fines comunicativos y estéticos; para ello se utiliza una gran variedad de recursos sonoros, plásticos y lingüísticos.

### Conéctate

Si deseas conocer como ayuda la química a la restauración de monumentos visita la siguiente página: [www.actauniversitaria.ugto.mx/index.php/acta/article/viewFile/43/30](http://www.actauniversitaria.ugto.mx/index.php/acta/article/viewFile/43/30) (Fecha de consulta: 17 de octubre de 2016).

# Proyecto 7

## ¿Puedo dejar de utilizar los derivados del petróleo y sustituirlos por otros compuestos?



Figura 5.22. Además de usarse como combustibles, los compuestos que forma el petróleo sirven para obtener muchos otros productos.

Además de la gasolina, el diésel y los plásticos, resulta sorprendente saber que buena parte de los productos que utilizamos en nuestra vida diaria están elaborados con materiales obtenidos del petróleo. El petróleo es un recurso no renovable; de hecho se estima que a mediados del siglo XXI disminuirán considerablemente las reservas mundiales. Esto plantea un grave problema, pues los combustibles derivados de él son los más utilizados en el mundo y será necesario encontrar sustitutos para elaborar la amplia gama de productos de uso cotidiano que se elaboran con materiales sintetizados a partir de los componentes del petróleo (fig. 5.22). Con la finalidad de adentrarte en el tema, te proponemos iniciar con algunas reflexiones:

- De los objetos que utilizas cotidianamente, ¿cuáles están elaborados con derivados del petróleo?
- ¿Has pensado en el impacto ambiental de este tipo de productos?

Al igual que en los proyectos anteriores, para comenzar a resolver un problema se requiere que revises los temas que se relacionen con el contexto general de la pregunta inicial. A continuación hacemos algunas sugerencias para cada etapa del proyecto. Recuerda que puedes complementarlas con lo que consideres importante junto con tu equipo.

### Etapa 1. Planeación

El primer paso es integrar un equipo. Puedes hacerlo con los mismos compañeros con quienes has trabajado durante el curso o conformar uno nuevo, lo cual puede ser muy positivo, pues permite intercambiar puntos de vista y conocer nuevas ideas y formas de organización. Una vez reunidos en equipo, comenten lo que saben acerca de los derivados del petróleo y de los materiales que pueden sustituirlos (fig. 5.23). Entre todos pueden responder preguntas como:



Figura 5.23. Muchos productos elaborados con derivados del petróleo pueden ser hechos con otros materiales como cerámica y madera y los que descubre o invente la química en el futuro.

- ¿Cuáles son las características físicas de los derivados del petróleo y de algunas de las reacciones involucradas en su preparación?
- ¿Cuál es la importancia de la petroquímica en la elaboración de sustancias indispensables para la vida diaria y la industria?
- ¿Qué otros materiales se obtienen a partir del petróleo, además de combustibles y plásticos?
- ¿Con qué recursos alternos contamos para sustituir los derivados del petróleo?
- ¿Es importante esta búsqueda de recursos alternos? ¿Por qué?
- ¿Cuáles son los principales problemas ambientales asociados al uso de los derivados del petróleo? ¿Qué problemas ocasiona el uso indiscriminado de los plásticos?
- ¿Qué opciones existen en México para combatir esos problemas?



Figura 5.24. La sustitución de derivados del petróleo tiene ventajas y desventajas. ¿Cuáles son algunas de ellas?

Con estas preguntas pueden formular una hipótesis que guíe su trabajo; si les parece conveniente, piensen en un proyecto en el que incluyan algunas acciones que ustedes y los miembros de su comunidad puedan emprender para optimizar el uso de los derivados del petróleo y conocer combustibles y materiales alternos (fig. 5.24). Esto sugiere la conveniencia de realizar un proyecto ciudadano, pero si consideran que uno científico o tecnológico contribuirá a encontrar mejor sus respuestas, no duden en desarrollarlo. El tema puede abordarse desde cualquiera de ellos.

Al igual que en los otros proyectos, definan el tiempo que destinarán a cada actividad y distribúyanse las tareas entre los integrantes del equipo. Reúnanse para intercambiar opiniones y analizar los detalles del trabajo.

Recuerden que las actividades pueden organizarse mejor con la ayuda de un cuadro de planeación, en el que definan qué actividades realizarán en cada etapa, cuánto tiempo dedicarán a cada una y quiénes serán los responsables. Recuerden incluir como actividad la elaboración de un informe y la presentación del proyecto.

### Etapa 2. Desarrollo

Para agilizar la búsqueda de información, es útil plantear preguntas concretas relacionadas con el tema, por ejemplo:

- ¿Qué tipo de compuestos forman parte del petróleo?
- ¿Cuál es el uso principal que se da a los compuestos derivados del petróleo?
- ¿Qué otro tipo de productos se elaboran a partir de este recurso?
- ¿Qué opciones existen para sustituir la gasolina y los plásticos (fig. 5.25)?

Puede resultar de gran interés entrevistar a personas que laboran en industrias e instituciones relacionadas con el petróleo y sus derivados, como Petróleos Mexicanos (Pemex), el Instituto Mexicano del Petróleo (IMP), refinerías y empresas dedicadas a la fabricación de productos derivados del petróleo.



Figura 5.25. En algunos países ya se emplean autos eléctricos en renta con un sistema de pago parecido al del programa "Ecobici" del Distrito Federal: el usuario compra una tarjeta, la ingresa en la ranura correspondiente de la estación de recarga eléctrica donde se encuentra un automóvil; si tiene saldo, puede tomar el auto y transportarse. Cuando termina de usar el vehículo, lo deja en otra estación, donde queda disponible para otro usuario.

## Conéctate

Si quieres saber sobre la explotación de los derivados del petróleo visita la siguiente página:  
[objetos.unam.mx/quimica/hidrocarburos/](http://objetos.unam.mx/quimica/hidrocarburos/)  
[Fecha de consulta: 17 de octubre de 2016].

Para hacer sus entrevistas formulen algunas preguntas clave, que pueden consensuar en equipo. Algunas de las interrogantes anteriores pueden ayudar, pero es importante que ustedes precisen las que les interesen en particular. Por ejemplo: ¿de qué materiales se pueden hacer fibras sintéticas que sirvan de materia prima para elaborar prendas de vestir, suelas de zapatos deportivos, envases o llantas de vehículos? Pueden mostrar en una exposición algunas opciones de su propia creación.

Sugerimos que revisen estas fuentes para complementar su investigación:

Chow P., Susana [1987]. *Petroquímica y sociedad*, La ciencia para todos, núm. 39, FCE/SEP, México. Versión digital [Fecha de consulta: 17 de octubre de 2016].

[bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen1/ciencia2/39/html/petroqui.html](http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen1/ciencia2/39/html/petroqui.html)

Gasque, Laura [2002]. "El hidrógeno, energético del futuro", en *¿Cómo ves?*, año 4, núm. 93, México.

Espinoza de Aquino, W., M. Goddard, C. Gutiérrez y C. Bonfil [2009] "Los biocombustibles", en *¿Cómo ves?*, año 11, núm. 123, México.

[www.comoves.unam.mx/numeros/articulo/123/los-biocombustibles](http://www.comoves.unam.mx/numeros/articulo/123/los-biocombustibles) [Fecha de consulta: 17 de octubre de 2016].

Sampedro, Javier [2008]. "Hay un sustituto del petróleo (si todo va bien)", en: *El País*, domingo 6 de julio de 2008. Disponible en:

[elpais.com/diario/2008/07/06/sociedad/1215295201\\_850215.html](http://elpais.com/diario/2008/07/06/sociedad/1215295201_850215.html) [Fecha de consulta: 17 de octubre de 2016].

Sosa, Ana [2002]. "Los plásticos: materiales a la medida", en *¿Cómo ves?*, año 4, núm. 43, México.

Instituto Mexicano del Petróleo (IMP), [www.imp.mx/petroleo/?imp=pq](http://www.imp.mx/petroleo/?imp=pq) [Fecha de consulta: 17 de octubre de 2016].

*Características y modelos moleculares de hidrocarburos*, [portalacademico.cch.unam.mx/alumno/quimica2/u2/carbono\\_alimentos/hidrocarburos](http://portalacademico.cch.unam.mx/alumno/quimica2/u2/carbono_alimentos/hidrocarburos) [Fecha de consulta: 17 de octubre de 2016].

Cuando hayan terminado sus entrevistas o investigación documental, clasifiquen la información y organicen una manera de presentarla, usando ilustraciones, mapas, esquemas, fotografías y modelos en tercera dimensión. No olviden poner nombre a su proyecto y ubicarlo en un contexto en el que expliquen por qué creen que es necesario sustituir a los derivados del petróleo y qué tan viable es.

Al término de esta etapa, revisen aspectos como los siguientes:

- ¿Ya cuentan con la información necesaria para contestar las preguntas que guían su proyecto? ¿Qué falta? ¿Qué harán para conseguirla?
- ¿Tuvieron algún contratiempo para realizar las entrevistas? ¿Cuál?
- ¿Cubre el informe de su experimento los requisitos acordados?
- ¿Qué información e imágenes utilizarán en su presentación ante el grupo?
- ¿Cómo ha sido la participación de cada miembro del equipo?
- ¿Qué dificultades han enfrentado y cómo las han superado?

© SANTILLANA

También avancen en la elaboración de los productos que utilizarán en la fase de comunicación de los resultados de su proyecto y elaboren su informe escrito.

## Etapa 3. Comunicación

En esta fase del proyecto presentarán sus resultados y conclusiones ante el grupo y, si es el caso, mostrarán a la comunidad algunos productos que eligieron para dar a conocer sustitutos de derivados del petróleo (fig. 5.26). Recuerden utilizar el reporte de entrevista y la investigación documental que elaboraron al final de la etapa anterior. Con la ayuda de su profesor, elijan el foro para presentar sus resultados ante el grupo.

Si realizan una exposición utilicen carteles o una presentación electrónica: en estos casos incluyan solo la información más relevante en textos breves apoyados con imágenes. Ensayen su exposición y ajústela al tiempo acordado con el docente.

Comenten con su profesor la posibilidad de realizar el experimento durante su presentación ante el grupo; si no es posible, elaboren dibujos y diagramas para esquematizarlo y describirlo. Si consiguieron muestras de productos elaborados sin derivados del petróleo, coloquen una mesa de exploración para la audiencia. Para apoyar la explicación de las características de los hidrocarburos, les recomendamos elaborar algunos modelos tridimensionales con materiales de fácil adquisición: plastilina, poliestireno (unicel), palillos o popotes rígidos de plástico.

Recuerden que todos los miembros del equipo deben participar en la presentación y estar preparados para responder las preguntas y dudas que surjan. Asimismo, pidan a sus compañeros de grupo que, en un ambiente de respeto, evalúen su presentación y les hagan comentarios para mejorarla. Anoten todas las observaciones y sugerencias.

En el producto que compartirán con su comunidad, asegúrense de utilizar un lenguaje accesible, pues es probable que las personas no estén familiarizadas con el que se utiliza en la química. Sería interesante que contemplaran una manera de conocer la opinión de los asistentes.

## Etapa 4. Evaluación

Reúnanse en equipo para comentar los resultados y la presentación de su proyecto. Utilicen como guía preguntas como las que se proponen:

- ¿Cuáles fueron los comentarios de su profesor sobre el informe de su trabajo?
- ¿Cómo se sintieron durante su presentación ante el grupo?
- ¿Qué hicieron para llamar la atención de la audiencia?
- ¿Pudieron contestar todas las preguntas? En caso contrario, ¿a qué lo atribuyen?
- ¿Qué opinaron y comentaron los miembros de su comunidad sobre el trabajo?
- ¿Qué nuevas experiencias adquirieron durante el desarrollo de este proyecto?
- Lo aprendido con esta experiencia, ¿les da la oportunidad de mejorar trabajos futuros? ¿Por qué?

Evalúen sus experiencias individuales y en equipo y propongan mejorarlas. Reúnanse con su profesor y evalúen junto con él su trabajo (individual y de equipo) en el transcurso del proyecto.



**Figura 5.26.** Para evitar retrasos en su trabajo de equipo, es preciso que se coordinen muy bien entre todos y ayuden a sus compañeros, si es necesario. Así podrán entregar su informe en tiempo y forma.

## Conéctate

Para conocer más sobre el petróleo te sugerimos consultar el siguiente libro. Day Trevor. *El petróleo en la vida cotidiana*, SEP/IMP, México, 2005. Espejo de Urania.

© SANTILLANA

# Evaluación del bloque 5

## El pan

El trigo es la planta más cultivada en toda la Tierra y, al parecer, una de las primeras que el ser humano comenzó a cultivar. De él se obtiene harina y, de esta, el pan. Los componentes básicos para elaborar el pan son harina, agua, azúcar, sal y levadura.

Las levaduras que se utilizan se llaman *Saccharomyces cerevisiae*. Se consiguen en el supermercado tanto frescas como deshidratadas e inactivas (en forma granulada).

La primera parte del proceso consiste en colocar la levadura en una mezcla de agua tibia, sal, azúcar y un poco de harina. Después de unos minutos se observa la formación de espuma en la superficie de la mezcla.

El siguiente paso en la elaboración del pan es agregar la mezcla espumosa a la harina y amasarla. El proceso de amasado tarda cierto tiempo y es necesario añadir agua poco a poco, hasta obtener una masa tersa, elástica y plástica.

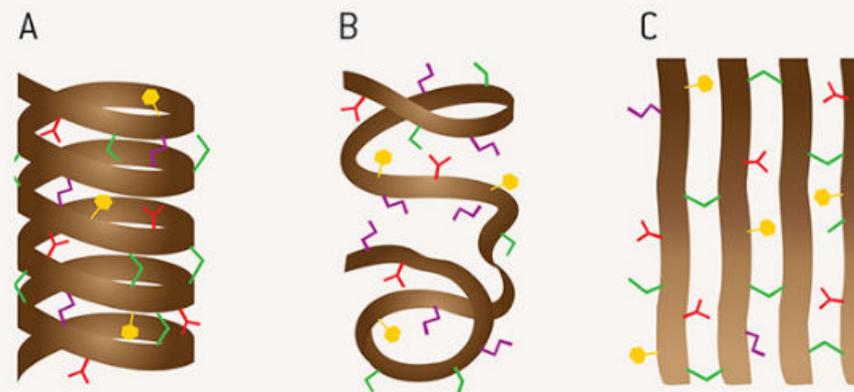
Después se deja reposar la masa, más o menos una hora, en un recipiente cerrado que se coloca en un lugar a una temperatura de 20 a 30 °C. Una vez que se duplica el volumen de la masa, se golpea para desinflarla, se amasa de nuevo y se le da la forma deseada. Otra vez se deja reposar la masa hasta que incrementa su tamaño, y se procede a darle forma al pan y hornearlo.

Hay dos componentes de la harina de trigo de especial importancia para la elaboración del pan: el almidón y el gluten. El almidón por lo general forma gránulos, pero en presencia de agua tiende a crear una especie de "gelatina viscosa". Esto permite la distribución homogénea del agua durante el proceso de elaboración del pan.

El gluten es una glicoproteína (proteína unida a algún carbohidrato) y su molécula consta de una cadena principal enrollada (como un resorte) con ramificaciones, algunas de las cuales mantienen unida la cadena en determinadas zonas. El diagrama de la siguiente página representa los cambios que experimenta el gluten durante el proceso de amasado.



© SANTILLANA



El gluten, una sustancia elástica y pegajosa, de naturaleza proteica, otorga su consistencia a los panes y galletas.

El almidón gelatinizado con el agua y el gluten modificado forman un entramado alrededor de las burbujas del aire que penetraron durante el amasado, así como del gas que se produce durante la elaboración del pan. Cuando el pan se hornea, incrementa su tamaño. Su aroma característico se produce por la reacción entre los aminoácidos y los carbohidratos.

Responde en tu cuaderno.

1. Propón una explicación de la función del agua y del azúcar sobre la levadura.
2. De los siguientes enunciados, elige el que explica la formación de espuma:
  - A) Como producto de la respiración de la levadura se obtienen oxígeno y agua gaseosos.
  - B) Sucede una reacción de oxidación cuyos productos son agua y dióxido de carbono.
  - C) Se lleva a cabo un proceso de fermentación cuyos productos son alcohol y dióxido de carbono.
  - D) Los átomos de la levadura liberan el carbono del almidón y eso genera una película adherente.
3. Propón una explicación para el incremento de volumen en la masa.
4. ¿Qué influencia tiene la temperatura durante el reposo de la masa?
5. ¿Qué tipos de compuestos son el almidón y las proteínas presentes en la harina de trigo? ¿Cómo están formadas sus moléculas?
6. Explica las modificaciones en la estructura del gluten.
  - A) \_\_\_\_\_
  - B) \_\_\_\_\_
  - C) \_\_\_\_\_
7. Propón una explicación para el incremento de tamaño del pan durante su horneado.



Además de su presencia como alimento, el pan se utiliza en muchos rituales religiosos, como el Día de Muertos y el Día de Reyes.

© SANTILLANA

## Combustibles fósiles

Aproximadamente 90% de la demanda de energía en el mundo se cubre con combustibles fósiles como carbón, gas natural y petróleo. Sin embargo, su quema puede poner en riesgo al planeta en unas cuantas décadas.

El carbón mineral es una mezcla de una gran cantidad de sustancias cuya composición consta no solo de átomos de carbono (C), sino también de hidrógeno (H), oxígeno (O) y, en menor proporción, nitrógeno (N) y azufre (S).

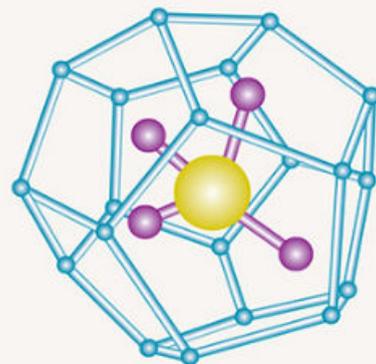
En algunos hogares, en especial en el invierno, se quema carbón para mantener una temperatura ambiental cálida. Por desgracia, esto ha llegado a ocasionar la muerte de algunas personas.

El gas natural es un combustible fósil que se obtiene de yacimientos específicos y, también, junto con el petróleo, cuando se perfora un pozo. El gas natural es una mezcla de alcanos de uno a cuatro átomos de carbono (el metano,  $\text{CH}_4$ , es el más sencillo y abundante: de 90 a 95% del total), y suele contener otros gases como nitrógeno ( $\text{N}_2$ ), dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), sulfuro de hidrógeno ( $\text{H}_2\text{S}$ ) y agua.

El gas extraído se transporta mediante tuberías que reciben el nombre de gasoductos, y debe procesarse para su uso como combustible o materia prima de diversos productos. Para ello se extrae la mayoría de los gases de su composición, de manera que se obtenga solo el metano, el alcano más sencillo.

Es importante deshidratar el gas natural, ya que el agua presente puede reaccionar con algunos compuestos presentes en la mezcla y formar ácidos. Además, bajo presión a temperaturas considerablemente superiores al punto de congelación del agua, se pueden formar hidratos de metano.

Este tipo de estructuras se llama *clatratos*, y son redes cristalinas de moléculas de agua donde quedan atrapadas algunas sustancias, pero no unidas mediante enlaces, sino solo atrapadas en la red. Los hidratos de metano presentan un aspecto de hielo, pero tienen la particularidad de arder si se les aplica una flama.

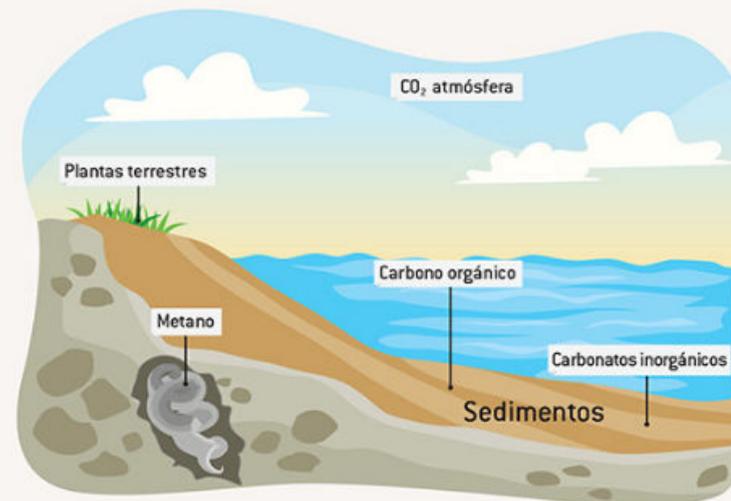


En este modelo del hidrato de metano, cada punto representa un átomo de oxígeno de la molécula de agua, y las aristas simulan los puentes de hidrógeno.

En la naturaleza, los hidratos de metano se encuentran bajo la capa de hielo permanente del Ártico, así como en sedimentos marinos de algunos márgenes continentales.

Una parte del metano del subsuelo marino es producto de la acción anaeróbica de cierto tipo de bacterias, conocidas como metanogénicas, sobre los desechos orgánicos. Se considera que esta descomposición tiene lugar por la fermentación de ácido acético ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ), cuyos productos son metano y dióxido de carbono.

Se estima que hay  $1.5 \times 10^{13}$  toneladas de hidratos de metano enterradas bajo el lecho del mar en todo el mundo, lo que representa una importante reserva de energía.



Las reservas de hidratos de metano, una mezcla de hidrato de gas y metano, son casi el doble de las que en la actualidad existen de otros recursos energéticos, pero no se han extraído debido a que se escaparía metano a la atmósfera y el efecto invernadero aumentaría notablemente.

Responde en tu cuaderno.

1. De acuerdo con la composición del carbón mineral, ¿qué compuestos se obtienen de la reacción entre el oxígeno y los componentes de este combustible?
2. Investiga cuál es el compuesto responsable de los fallecimientos de las personas cuando se quema carbón mineral en lugares cerrados, así como su acción en el organismo.
3. A continuación se mencionan propiedades de algunos componentes no deseables del gas natural. En cada caso, indica la sustancia correspondiente:
  - A) Es el elemento más abundante del aire, es poco reactivo y no tiene capacidad energética como combustible.
  - B) Es un óxido no metálico que inhibe la combustión, está asociado al efecto invernadero y en presencia de agua líquida forma un ácido.
  - C) Este compuesto se condensa a temperatura ambiente al fluir por los gasoductos.
4. Indica el nombre de los ácidos que se forman al contacto con el agua si se utiliza gas natural sin procesar, así como el problema que ocasionarían en las tuberías y equipos.
5. Explica cómo se forman los puentes de hidrógeno en las estructuras cristalinas de los hidratos de metano.
6. Escribe la ecuación que representa la reacción de fermentación del ácido acético por parte de las bacterias metanogénicas.

# Fuentes de información

## Para el estudiante

### Libros

- Aguilar Sahagún, Guillermo, Salvador Cruz Jiménez y Jorge Flores. *Una ojeada a la materia*, FCE/SEP/Conacyt, México, 2011. La ciencia para todos, núm. 3.
- Bosch Giral, Pedro y Gabriela Pacheco. *El carbono. Cuentos orientales*, FCE/SEP/Conacyt, México, 2012. La ciencia para todos, núm. 139.
- Bosch Giral, Pedro. *Fuego en el alma y en la vida infierno*, FCE/SEP/Conacyt, México, 2011. La ciencia para todos, núm. 180.
- Cifuentes Juan Luis y Fabio Germán Capul. *Venenos: armas químicas de la naturaleza*, FCE/SEP/Conacyt, México, 2010. La ciencia para todos, núm. 229.
- Córdova Frunz, José Luis. *La química y la cocina*, FCE/SEP/Conacyt, México, 2012. La ciencia para todos, núm. 93.
- De la Selva, Teresa. *De la alquimia a la química*, FCE/SEP/Conacyt, México, 2012. La ciencia para todos, núm. 118.
- De los Ríos, José Luis. *Químicos y química*, FCE/SEP/Conacyt, México, 2011. La ciencia para todos, núm. 228.
- García, Horacio. *El investigador del fuego: Antoine L. Lavoisier*, Pax México, México, 2008.
- — *La cacería de lo inestable: Marie Curie*, Pax México, México, 2008.
- Garritz, Andoni y José Antonio Chamizo. *Del tequesquite al ADN: algunas facetas de la química en México*, FCE/SEP/Conacyt, México, 2012. La ciencia para todos, núm. 72.
- Guevara, Minerva y José Antonio López-Tercero. *Retos. Cultura científica 3. Química*, Santillana, México, 2007.
- Jorge, Dora E. *Los microbios, ¿amigos o enemigos?*, FCE/SEP/Conacyt, México, 2012. La ciencia para todos, núm. 227.
- Ley Koo, Eugenio. *El electrón centenario*, FCE/SEP/Conacyt, México, 2011. La ciencia para todos, núm. 165.
- López, Tessy y Aureli Guerra. *El amor en tiempos de la contaminación*, FCE/SEP/Conacyt, México, 2012. La ciencia para todos, núm. 202.
- Magaña Solís, Luis Fernando. *Los superconductores*, FCE/SEP/Conacyt, México, 2012. La ciencia para todos, núm. 64.
- Menchaca Rocha, Arturo. *El discreto encanto de las partículas elementales*, FCE/SEP/Conacyt, México, 2011. La ciencia para todos, núm. 68.
- Romo de Vivar, Alfonso y Guillermo Delgado. *Química, Universo, Tierra y vida*, FCE/SEP/Conacyt, México, 2011. La ciencia para todos, núm. 51.
- VanCleave, Janice. *Química para niños y jóvenes. 101 experimentos superdivertidos*, Limusa (Noriega Editores), México, 2007.

### Revistas

- *¿Cómo ves?*, publicada por la Dirección General de Divulgación de la Ciencia de la UNAM.

### Libros de la serie Espejo de Urania

- Anaya, René. *Farmacia humana: Cómo producimos sustancias que conservan la salud*, SEP/Terracota, México, 2009.
- Barajas, Libia y Sergio de Regules. *Compartir la ciencia*, SEP/Santillana, México, 2008.
- Chamizo, José Antonio. *¿Cómo acercarse a la química?*, Esfinge, México, 2006.
- Day, Trevor. *El petróleo en la vida cotidiana*. IMP, México, 2005.
- Emsley, John. *Maléculas en una exposición*, SEP/Océano, México, 2005.
- Ganeri, Anita. *Algo viejo, algo nuevo: reciclando*, Destino, México, 2006.
- García Fernández Horacio y Lena Feijó García. *La química en el arte*, SEP/ADN, México, 2011.
- Gore, Al. *Nuestra elección: un plan para resolver la crisis climática*, SEP/RBA libros, México, 2010.
- Gribbin, Mary y John Gribbin. *Del átomo al infinito: el universo a todas las escalas*. SEP/ONIRO, México, 2008.
- Hoffman, Roald. *Química Imaginada: reflexiones sobre la ciencia*, SEP/ADN, México, 2007.
- Jürgens, Hans. *Experimentos sencillos con sólidos y líquidos*, SEP/ONIRO, México, 2006.
- Lavín Maroto, Mónica. *Planeta azul, planeta gris*. SEP/ADN, México, 2007.
- Platt, Richard. *¡Eureka! Grandes inventores y sus brillantes ideas*, SEP/Destino, México, 2005.
- Salgado, José Emilio. *Calcio: biografía de un átomo*, SEP/Pluma y papel, México, 2007.
- Secretaría de Educación Pública. *Ciencia del siglo XIX a Einstein*, antología, SEP/Aguilar, México, 2005.
- Walisiewicz, Marek. *Energía alternativa*, SEP/Planeta, México, 2005.

### Referencias electrónicas

- [bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/html/quimica.html](http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/html/quimica.html) [Fecha de consulta: 17 de octubre de 2016]
- [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: 17 de octubre de 2016]
- [concurso.cnice.mec.es/cnice2005/93\\_iniciacion\\_interactiva\\_materia/curso/materiales/enlaces/enlaces1.htm](http://concurso.cnice.mec.es/cnice2005/93_iniciacion_interactiva_materia/curso/materiales/enlaces/enlaces1.htm) [Fecha de consulta: 17 de octubre de 2016]
- [comoves.unam.mx](http://comoves.unam.mx) [Fecha de consulta: 17 de octubre de 2016]
- [tablaperiodica.educaplus.org](http://tablaperiodica.educaplus.org) [Fecha de consulta: 17 de octubre de 2016]
- [telesecundaria.sep.gob.mx/](http://telesecundaria.sep.gob.mx/) [Fecha de consulta: 17 de octubre de 2016]
- [www.cienciafacil.com](http://www.cienciafacil.com) [Fecha de consulta: 17 de octubre de 2016]
- [recursostic.educacion.es/secundaria/edad/3esofisicaquimica](http://recursostic.educacion.es/secundaria/edad/3esofisicaquimica) [Fecha de consulta: 17 de octubre de 2016]

## Para el profesor

### Libros

- Alegría de la Colina, Margarita. *Cómo leer la ciencia para todos. Géneros discursivos*, FCE/SEP/Conacyt, México, 2011. La ciencia para todos, núm. 207.
- American Chemical Society. *Química: Un proyecto de la ACS*, Reverté, Barcelona, 2007.
- Andrés, Iñaki, Félix de Castro, Irene de Puig, Josep Lluís Moya y Angélica Sático. *Reevaluar: la evaluación reflexiva en la escuela*, Ediciones Octaedro, Barcelona, 2005.
- Chamizo, José Antonio. *Historia y filosofía de la química: Aportes para la enseñanza, Siglo XXI*, México, 2010.
- Chang, Raymond. *Fundamentos de Química*, 1ª ed. McGraw Hill, México, 2011.
- Chang, Raymond y Kenneth Goldsby. *Química*, 11ª ed. McGraw Hill, México, 2013.
- Gine, Nuria y Artur Parcerisa Aran. *Evaluación en la educación secundaria: elementos para la reflexión y recursos para la práctica*, Graó, Barcelona, 2008.
- González Gallego, Isidoro. *El nuevo profesor de secundaria: la formación inicial docente en el marco del espacio europeo de educación superior*, Graó, Barcelona, 2010.
- Hernández Forte, Virgilio. *Mapas conceptuales: la gestión del conocimiento en la didáctica*, Alfaomega Grupo Editor, México, 2007.
- Hernández Millán, Gisela, Glinda Irazoque Palazuelos, Myrna Carrillo Chávez, Norma Mónica López Villa y Elizabeth Nieto Calleja. *Sorprender no es suficiente. 30 experimentos de aula*. ADN Editores, México, 2010.
- Joint Committee on Standards for Education Evaluation. *Normas de evaluación para programas, proyectos y material educativo*, Trillas, México, 2008.
- Kotz, John C., Paul M. Treichel y Gabriela C. Weaver. *Química y reactividad química*, 6ª ed., Thomson, 2005.
- López Rodríguez, Francesc (dir.). *Hacemos ciencia en la escuela: Experiencia y descubrimientos*, Graó, Barcelona, 2009.
- — *Los proyectos de trabajo en el aula: reflexiones y experiencias prácticas*, Graó, Barcelona, 2010.
- Meinardi, Elsa, Leonardo González Galli, María Victoria Plaza y Andrea Revel Chion. *Educación en ciencias*, Paidós, Buenos Aires, 2010.
- Phillips, John. *Química. Conceptos y aplicaciones*, McGraw-Hill, México, 2012.
- Pinto, Gabriel. *Aprendizaje activo de la física y la química*, Sirius, Madrid, 2007.
- — *Enseñanza y divulgación de la química y física*, Ibergarceta publicaciones, Madrid, 2012.
- Pozo Muncio, Juan Ignacio y Miguel Ángel Gómez Crespo. *Aprender y enseñar ciencia: del conocimiento cotidiano al conocimiento científico*, Morata, Madrid, 2006.
- Pozo Muncio, Juan Ignacio, Nora Scheuer, María del Puy Pérez Echeverría, Mar Mateos, Elena Martín y Montserrat de la Cruz. *Nuevas formas de pensar la enseñanza y el aprendizaje: las concepciones de profesores y alumnos*, Graó, Barcelona, 2006.
- Stobart, Gordon. *Tiempos de pruebas: Los usos y abusos de la evaluación*, Morata, Madrid, 2010.

- Vázquez Fernández, Pilar. *Competencias básicas: desarrollo y evaluación en educación secundaria*, Wolters Kluwer España, Madrid, 2011.

### Revistas

- *Ciencia*, Revista de la Academia Mexicana de Ciencias.
- *Ciencia y Desarrollo*, revista de divulgación publicada por el Conacyt.
- *Educación Química*, Facultad de Química, UNAM.

### Referencias electrónicas

- [www.unamlinea.unam.mx/recurso/83015-400-pequenas-dosis-de-ciencia](http://www.unamlinea.unam.mx/recurso/83015-400-pequenas-dosis-de-ciencia) [Fecha de consulta: 24 de enero de 2017]
- [archivo.estepais.com/inicio/historicos/147/12\\_Ciencia\\_Estado\\_Contreras.pdf](http://archivo.estepais.com/inicio/historicos/147/12_Ciencia_Estado_Contreras.pdf) [Fecha de consulta: 17 de octubre de 2016]
- [garriz.com/andoni\\_garriz\\_ruiz/documentos/Garriz\\_Ensenanza\\_Quimica\\_Siglo\\_XXI\\_21-1\\_EQ\\_2010.pdf](http://garriz.com/andoni_garriz_ruiz/documentos/Garriz_Ensenanza_Quimica_Siglo_XXI_21-1_EQ_2010.pdf) [Fecha de consulta: 17 de octubre de 2016]
- [plinius.tripod.com/](http://plinius.tripod.com/) [Fecha de consulta: 17 de octubre de 2016]
- [telesecundaria.sep.gob.mx/](http://telesecundaria.sep.gob.mx/) [Fecha de consulta: 17 de octubre de 2016]
- [aula21.net/primer/paginaspersonales.htm](http://aula21.net/primer/paginaspersonales.htm) [Fecha de consulta: 17 de octubre de 2016]
- [www.astroscu.unam.mx/ffjulieta/html/articulos\\_divulgacion.html](http://www.astroscu.unam.mx/ffjulieta/html/articulos_divulgacion.html) [Fecha de consulta: 24 de enero de 2017]
- [documents.mx/documents/articulo-de-g-villanueva-v.html](http://documents.mx/documents/articulo-de-g-villanueva-v.html) [Fecha de consulta: 17 de octubre de 2016]
- [www.inee.edu.mx/index.php/publicaciones/textos-de-divulgacion/materiales-para-docentes/84-publicaciones/materiales-para-docentes-capitulos/450-pisa-en-el-aula-ciencias](http://www.inee.edu.mx/index.php/publicaciones/textos-de-divulgacion/materiales-para-docentes/84-publicaciones/materiales-para-docentes-capitulos/450-pisa-en-el-aula-ciencias) [Fecha de consulta: 17 de octubre de 2016]
- [recursostic.educacion.es/secundaria/edad/4esofisicaquimica/4quincena8/4q8\\_index.htm](http://recursostic.educacion.es/secundaria/edad/4esofisicaquimica/4quincena8/4q8_index.htm) [Fecha de consulta: 17 de octubre de 2016]
- [www.oei.es/salactsi/4FOR0doc-basico2.pdf](http://www.oei.es/salactsi/4FOR0doc-basico2.pdf) [Fecha de consulta: 17 de octubre de 2016]
- [www.quimica.unam.mx/cont\\_espe2.php?id\\_rubrique=660&id\\_article=2015&color=&rub2=660](http://www.quimica.unam.mx/cont_espe2.php?id_rubrique=660&id_article=2015&color=&rub2=660) [Fecha de consulta: 17 de octubre de 2016]

## Fuentes consultadas para la elaboración de este libro

- Arena, Susan y Morris Hein. *Fundamentos de química*, 11ª ed. Thompson, México, 2005.
- Ávila Zárraga, José Gustavo (editor). *Química orgánica. Experimentos con un enfoque ecológico*, Dirección General de Publicaciones y Fomento Editorial, UNAM, México, 2009.
- Caamaño, Aureli. *Didáctica de la física y la química*, Graó, Barcelona, 2011.
- — *Física y química: complementos de formación disciplinar*, Graó, Barcelona, 2011.
- Carretero, Mario. *Construir y enseñar las ciencias experimentales*, Aique Grupo Editor, Buenos Aires, 2002.
- Chamizo Guerrero, José Antonio. *Cómo acercarse a la química*, Esfinge, México, 2006.
- Chamizo, José Antonio y Mercé 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. *Química*, 11ª ed. McGraw Hill, México, 2013.
- Daub, G. William y William S. Seese. *Química*, Pearson Educación, México, 2005.
- Dingrado, L. *Química, materia y cambio*, McGraw-Hill, México, 2003.
- Fernández Álvarez-Estrada, Ramón y Marina Ramón Medrano. *Partículas elementales*, Fondo de Cultura Económica, México, 2003.
- Garritz, Andoni y José Antonio Chamizo. *Tú y la química*, Pearson-Prentice-Hall, México, 2001.
- Holum, John R. *Introducción a los principios de Química*, Limusa, México, 2004.
- Kaufman, M. y L. Fumagalli. *Enseñar ciencias naturales. Reflexiones y propuestas didácticas*, Paidós Educador, Barcelona, 2000.
- Laidler, Keith J. y John H. Meiser. *Fisicoquímica*, 5ª ed. CECSA, México, 2003.
- Malone, Leo J. *Introducción a la química*, Limusa, México, 2004.
- Martín Díaz, María Jesús, Miguel Ángel Gómez y María Sagrario Gutiérrez. *La física y la química en secundaria*, Narcea, Madrid, 2000.
- Pozo Municio, Juan Ignacio y Miguel Ángel Gómez Crespo. *Aprender y enseñar ciencia. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico*,
- Spiro, T. y W. Stigliani. *Química medioambiental*, Pearson-Prentice-Hall, Madrid, 2003.
- Zárraga Sarmiento, Juan Carlos, Idalia Velázquez Villa y Alejandro Rodríguez Rojero. *Química experimental: prácticas de laboratorio*, McGraw Hill, México, 2004.

# Ciencias 3



Ciencias 3. Química fue creado para servir de herramienta en la aventura extraordinaria de comprender que la ciencia está al alcance de todos los jóvenes, con su entusiasmo y con la guía del docente. El estudio de la química exige que el alumno desarrolle habilidades y actitudes específicas, como la capacidad de reflexionar sobre diversos fenómenos de la Naturaleza a partir de información fidedigna y de prácticas o experimentos que le aporten datos.



DISTRIBUCIÓN GRATUITA  
PROHIBIDA SU VENTA



santillana.com.mx